

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**TESIS**

**“OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LICOR A PARTIR  
DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) Y MARACUYÁ (*Passiflora edulis*  
*form. Flavicarpa*)”**

PRESENTADO POR:

Br. DAVID ZETA TINEO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

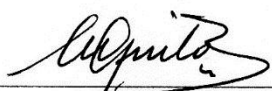
Piura, Perú

2018

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LICOR A PARTIR DE LA  
PAPAYA (*Carica papaya* L.) Y MARACUYÁ (*Passiflora edulis* form.  
*Flavicarpa*).

Línea de investigación: Biotecnología

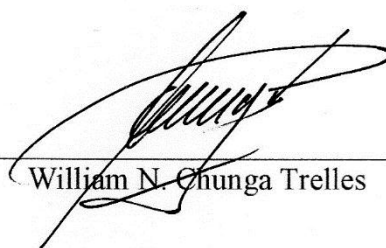
Asesor:



---

Ing. Carmen Z. Quito Rodríguez

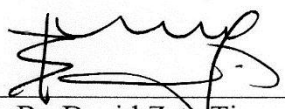
Co-asesor:



---

William N. Chunga Trelles

Tesista:



---

Br. David Zeta Tineo

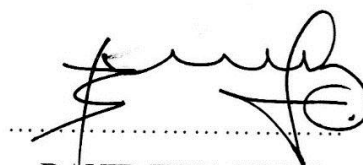
## **DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS**

Yo: David Zeta Tineo identificado con CU/DNI N° 48446921, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en AA.HH. Nuevo Horizonte Mz. J Lt 02 del Distrito de Castilla, Provincia de Piura, Departamento de Piura.

**DECLARO BAJO JURAMENTO:** que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura 25 de septiembre del 2018



DAVID ZETA TINEO

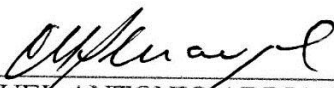
DNI N° 48446921

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con los hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con una pena privativa de libertad no menor ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

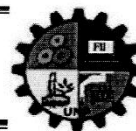
OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LICOR A PARTIR DE LA  
PAPAYA (*Carica papaya* L.) Y MARACUYÁ (*Passiflora edulis* form.  
*Flavicarpa*).

Línea de investigación: Biotecnología

  
MSc. MANUEL ANTONIO ADRIANZÉN DE LAMA  
Presidente – Jurado Calificador

  
MSc. CARLOS ENRIQUE MARIANO COELLO OBALLE  
Vocal – Jurado Calificador

  
MSc. CORINA SANDOVAL MORALES  
Secretario – Jurado Calificador



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador de la Tesis denominada: «**OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LICOR A PARTIR DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) Y MARACUYA (*Passiflora edulis form. flavicarpa*)**», presentado por **DAVID ZETA TINEO** Bachiller de la Escuela profesional en **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** asesorado por la **MSc. CARMEN ZULEMA QUITO RODRÍGUEZ** y co-asesorado por el **Ing. WILLIAN NEMESIO CHUNGA TRELLES**, Reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:




Con el Calificativo:

APROBADA

BUEVO

En consecuencia el sustentante se encuentra **apto** para recibir el título profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** conforme a Ley.

PIURA, 31 de Octubre del 2018

  
MSc. MANUEL ANTONIO ADRIANZÉN DE LAMA  
PRESIDENTE – JURADO CALIFICADOR

  
MSc. CORINA SANDOVAL MORALES  
SECRETARIO – JURADO CALIFICADOR

  
MSc. CARLOS ENRIQUE MARIANO COELLO OBALLE  
VOCAL – JURADO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

A mis padres, soy lo que ellos  
formaron en mí. Los amo.

A todos los que me empujaron a ser  
mejor cada día y a aquellos que  
hicieron esto posible

## **AGRADECIMIENTOS**

Nadie merece más este primer párrafo, esta primera mención que aquel que lo hace todo, que lo crea todo, que esconde tantos misterios como verdad. No hay lugar más alto que estar a sus pies, gracias Dios.

A todos aquellos que me ayudaron en cada etapa del proceso de experimentación, a mi amigo Alexander Pingo Elías por aceptar ayudarme sin vacilar cuando se lo pedí. A mis dos asesores, Ing. Carmen e Ing. William, su dirección ha sido vital y muy importante en este paso.

Agradecer a la Universidad Nacional de Piura por la prestación de los laboratorios, y por la enseñanza impartida en el transcurso de cinco años en los que aprendí mucho y valoré cada una de las amistades encontradas. A mis profesores, los que me siempre me empujaron para terminar este trabajo.

Al MSc. Manuel Mattus, gerente de Sucroalcolera del Chira S.A. (Caña Brava) que por medio de la Jefa de Calidad Ing. María P. Vega Y. me ayudó con la prueba cromatográfica y a Lorena Ojeda Viera, laboratorista ejemplar.

A mis amigos de la vida, Wendy, Esther, Frank y Celeste. A mis padres, José y Sofía, los amo demasiado, quisiera años infinitos a su lado.

Siempre las personas que se interesan por saber cómo vas, que ha sido de tu vida, las personas que entienden el sentido completo de la palabra AMISTAD, estas que siempre te impulsan a tomar decisiones correctas. A todas ellas, gracias.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
2.2. BASES TEÓRICAS .....	7
2.2.1. Papaya ( <i>Carica papaya L.</i> ) .....	7
2.2.1.1. División Taxonómica.....	8
2.2.1.2. Características morfológicas del fruto (variedad Criolla).....	8
2.2.1.3. Propiedades nutricionales y medicinales.....	9
2.2.1.4. Consumo y aplicaciones del fruto .....	9
2.2.1.5. Variedades comerciales.....	10
2.2.1.6. Producción .....	10
2.2.2. Maracuyá ( <i>Passiflora edulis form. Flavicarpa</i> ) .....	11
2.2.2.1. División taxonómica .....	12
2.2.2.2. Características morfológicas del fruto .....	12
2.2.2.3. Propiedades nutricionales y usos .....	13
2.2.2.4. Propiedades medicinales.....	14
2.2.2.5. Variedades comerciales.....	14
2.2.2.6. Producción .....	14
2.2.3. Licores .....	16
2.2.3.1. Origen .....	16
2.2.3.2. Procesos de elaboración del licor .....	16
2.2.3.3. Factores que influyen en el proceso .....	18
2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	20
2.3.1. Fermentación alcohólica .....	20
2.3.2. Levaduras .....	21
2.3.3. Índice de factibilidad enológica.....	22
2.4. HIPÓTESIS .....	23
2.4.1. Hipótesis general .....	23



2.4.2. Hipótesis específicas .....	23
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>24</b>
3.1. ENFOQUE Y DISEÑO.....	24
3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	26
3.3.1. Materiales.....	26
3.3.2. Equipos.....	26
3.3.3. Reactivos .....	27
3.3.4. Diagrama de flujo del proceso .....	27
3.3.4.1. Recolección y tratamiento de materias primas.....	28
3.3.4.2. Pesado.....	28
3.3.4.3. Selección y lavado.....	28
3.3.4.4. Preparación y acondicionamiento del mosto .....	29
3.3.4.5. Corrección del azúcar .....	29
3.3.4.6. Sulfitado .....	30
3.3.4.7. Procedimiento de fermentación .....	30
3.3.4.8. Procedimientos finales de trasiego, clarificación y envasado .....	30
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	31
3.4.1. Análisis fisicoquímicos para la materia prima .....	31
3.4.2. Para el producto final .....	31
3.4.2.1. Análisis sensoriales.....	31
3.5. ASPECTOS ÉTICOS .....	31
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	32
4.1.1. Antes de la fermentación .....	32
4.1.1.1. En el maracuyá.....	32
4.1.1.2. En la papaya .....	35
4.1.2. De los tratamientos.....	36
4.1.3. Durante el proceso de fermentación .....	40
4.1.3.1. El tiempo .....	40
4.1.3.2. °Brix.....	41
4.1.3.3. pH .....	46
4.1.3.4. Acidez .....	48
4.1.4. Durante los trasiegos y clarificado.....	49
4.1.4.1. °Brix.....	49
4.1.4.2. pH .....	50
4.1.4.3. Acidez .....	50
4.1.5. Rendimientos .....	51

4.1.5.1. En la materia prima .....	51
4.1.5.2. En el producto final .....	52
4.1.6. Grados Alcohólicos .....	53
4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	55
4.2.1. Varianza en los °Brix finales .....	55
4.2.1.1. Análisis Duncan para °Brix finales .....	57
4.2.2. Varianza en el pH .....	59
4.2.2.1. Análisis Duncan para pH .....	59
4.2.3. Varianza en la acidez .....	61
4.2.3.1. Análisis Duncan para acidez .....	62
4.2.4. Varianza en los rendimientos .....	63
4.2.4.1. Análisis Duncan para los rendimientos .....	64
4.2.5. En los grados alcohólicos .....	65
4.2.5.1. Análisis Duncan para los grados alcohólicos .....	66
4.3. ANÁLISIS SENSORIAL .....	67
4.3.1. Aspecto visual .....	68
4.3.2. Aspecto gustativo .....	69
4.3.3. Aspecto olfativo .....	70
4.3.4. Sensaciones complementarias .....	72
4.4. ANÁLISIS A LA MEJOR MUESTRA .....	72
4.4.1. Análisis Físicoquímicos .....	72
4.4.2. Análisis microbiológicos .....	76
4.5. DIAGRAMA DE FLUJO Y BALANCE DE MATERIALES .....	78
4.6. EVALUACIÓN DE COSTOS A NIVEL DE LABORATORIO .....	81
CONCLUSIONES .....	83
RECOMENDACIONES .....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
ANEXOS .....	94

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Composición química de la papaya.....	9
Cuadro 2.2. Siembras Campaña Agrícola 2014 – 2015.....	10
Cuadro 2.3. Siembras, cosechas, producción y precios en chacra de la papaya .....	11
Cuadro 2.4. Valor nutritivo de 10g de jugo de maracuyá amarillo. ....	13
Cuadro 2.5. Composición química de los frutos de maracuyá .....	13
Cuadro 2.6. Siembras campaña agrícola 2014 – 2015 .....	15
Cuadro 2.7. Siembras, cosechas, producción y precios en chacra de la papaya .....	15
Cuadro 2.8. Influencia de la temperatura de fermentación.....	19
Cuadro 2.9. Levaduras utilizadas industrialmente .....	21
Cuadro 3.1. Factores y niveles para el modelo estadístico.....	24
Cuadro 4.1. Resultados físico-químicos de las muestras.....	32
Cuadro 4.2. Propiedades fisicoquímicas para diferentes estados de madurez (EM) del maracuyá .....	33
Cuadro 4.3. Formulaciones experimentales de tratamientos.....	37
Cuadro 4.4. Respuestas experimentales de las observaciones al finalizar la fermentación. ....	40
Cuadro 4.5. Velocidad de decremento en los tratamientos .....	44
Cuadro 4.7. °Brix finales de los tratamientos al final del proceso.....	55
Cuadro 4.8. Análisis de Varianza para °Brix finales - Suma de Cuadrados Tipo III.....	56
Cuadro 4.6. Relación %Alcohol/%°Brix .....	54
Cuadro 4.9. Análisis de Varianza para pH – Suma de Cuadrados Tipo III .....	59
Cuadro 4.10. Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III.....	61
Cuadro 4.11. Análisis de Varianza para Rendimientos - Suma de Cuadrados Tipo III.....	63
Cuadro 4.12. Análisis de Varianza para Grado Alcohólico-Suma de Cuadrados Tipo III.....	65
Cuadro 4.13. Análisis de Varianza para Color .....	68
Cuadro 4.14. Análisis de Varianza para Calidad .....	69
Cuadro 4.15. Análisis de Varianza para Calidad .....	70
Cuadro 4.16. Análisis de Varianza para Persistencia.....	72
Cuadro 4.17. Características finales del producto. ....	73
Cuadro 4.18. Determinación de grado alcohólico.....	73
Cuadro 4.19. Congéneres volátiles encontrados en muestra de licor.....	74
Cuadro 4.20. Análisis microbiológico .....	77
Cuadro 4.21. Análisis de costos de materiales directos e indirectos.....	81
Cuadro 4.22. Análisis de costos a nivel laboratorio de equipamiento usado .....	81
Cuadro 4.23. Análisis de costos de servicios y personal requerido.....	82
Cuadro 4.24. Evaluación de costo por botella y utilidad .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1. Papaya (Carica papaya L.)</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2.2. Maracuyá amarillo</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2.3. Esquema de la fermentación alcohólica</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3.1. Flujograma propuesto de la elaboración del licor</b>	<b>27</b>
<b>Figura 4.1. Índice de factibilidad enológica en los tratamientos al momento de iniciar la fermentación</b>	<b>38</b>
<b>Figura 4.2. Valores IFE de diferentes frutas en relación a la uva.</b>	<b>39</b>
<b>Figura 4.3. Disminución en la concentración de sólidos solubles durante el tiempo de fermentación de los tratamientos.</b>	<b>42</b>
<b>Figura 4.4. Tratamientos con disminución de °Brix</b>	<b>43</b>
<b>Figura 4.5. Variación de pH en relación al tiempo de fermentación de los tratamientos</b>	<b>46</b>
<b>Figura 4.6. Variación de acidez en relación al tiempo de fermentación de tratamientos</b>	<b>48</b>
<b>Figura 4.7. Interacciones del °Brix final para Dilución* °Brix iniciales</b>	<b>57</b>
<b>Figura 4.8. Interacciones del °Brix final para °Brix iniciales*Dilución</b>	<b>58</b>
<b>Figura 4.9. Interacciones de pH para Dilución*Brix iniciales</b>	<b>60</b>
<b>Figura 4.10. Interacciones de pH para °Brix iniciales*Dilución</b>	<b>61</b>
<b>Figura 4.11. Interacciones de la acidez final para Dilución*°Brix iniciales</b>	<b>62</b>
<b>Figura 4.12. Interacciones de la acidez final para °Brix iniciales*Dilución</b>	<b>63</b>
<b>Figura 4.13. Interacciones de los rendimientos para Dilución*°Brix iniciales</b>	<b>64</b>
<b>Figura 4.14. Interacciones de los rendimientos para °Brix iniciales*Dilución.</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.15. Interacciones del rendimiento de los grados alcohólicos para Dilución*°Brix iniciales</b>	<b>66</b>
<b>Figura 4.16. Interacciones del rendimiento de los grados alcohólicos para °Brix iniciales*Dilución</b>	<b>67</b>
<b>Figura 4.17. Cromatograma de congéneres volátiles en etanol.</b>	<b>74</b>
<b>Figura 4.18. Acción de la enzima pectinmetilesterasa</b>	<b>75</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 01. Ingredientes de ensayos y condiciones del mosto para fermentar en cada tratamiento.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 02. Volúmenes usados en la preparación del mosto de tratamientos.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 03. Azúcar adicionada a las diluciones .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 04. Índice de factibilidad enológica de mostos de tratamientos. ....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo 05. Respuestas experimentales de °Brix durante la fermentación.....</b>	<b>95</b>
<b>Anexo 06. Respuestas experimentales del pH durante la fermentación.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 07. Respuestas experimentales de acidez (gr. Ácido cítrico/L) durante la fermentación .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 08. Respuestas experimentales del °Brix en los trasiegos .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 09. Respuestas experimentales del pH en los trasiegos.....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 10. Respuestas experimentales de acidez (gr ácido cítrico/L) en trasiegos .....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 11. Respuestas experimentales finales para los tratamientos .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 12. Determinación de rendimiento obtenido en el producto final.....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 13. Grados alcohólicos finales en tratamientos .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 14. Resultado de las pruebas sensoriales para los tratamientos de licor de maracuyá y papaya .....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 15. Aspectos sensoriales de encuesta realizada.....</b>	<b>101</b>
<b>Anexo 16. Ficha de análisis sensorial a panelistas .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo 17. Escala hedónica para análisis organoléptico .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo 18. Gráfica de variación de °Brix durante trasiegos.....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo 19. Gráfica de variación de pH durante trasiegos .....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo 20. Gráfica de variación de acidez durante trasiegos .....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo 21. Prueba de Duncan para °Brix finales .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 22. Prueba de Duncan para pH.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 23. Pruebas de Duncan para Acidez .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 24. Pruebas de Duncan para Grado Alcohólico .....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 25. Pruebas de Duncan para Rendimientos .....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 26. Análisis de Varianza para Análisis sensoriales.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 27. Tabla XVI de conversión (Continuación) .....</b>	<b>108</b>
<b>Anexo 28. Ficha de resultados de Cromatografía de Gases .....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo 29. Resultados pruebas microbiológicas .....</b>	<b>110</b>
<b>Anexo 30. Oficio de Funciones realizadas en Laboratorio.....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo 31. Determinación de grados alcohólicos: Método del alcoholímetro.....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo 32. Determinación de congéneres volátiles en el etanol por cromatografía de gases.....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo 33. Fotografías del proceso .....</b>	<b>117</b>

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el proceso de elaboración de licor a partir de papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*) mediante la medición de parámetros de grado de dilución y °Brix. Se usaron concentraciones de 20, 25 y 30 °Brix y diluciones de 1:1:1 (participación del 33.33% cada una, para el agua, la papaya y el maracuyá), de 1:1:2 (50% de agua, 25% para la papaya y 25% para el maracuyá) y de 1:2:2 (40% de agua, 20% para la papaya y 40% para el maracuyá) que entraron en procesos fermentativos durante cuatro días usando como inóculo la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, el medio de cultivo se colocó en recipientes plásticos con capacidad de 4 L y con desfogue para el CO<sub>2</sub>. El efecto significativo de las variables sobre las respuestas experimentales que se analizaron mediante un diseño factorial 3\*3 con dos réplicas, determinaron que existe diferencia significativa entre los tratamientos. El análisis sensorial determinó como mejor al tratamiento con dilución 1:1:2 y concentración de 30°Brix, las características fisicoquímicas que se encontraron fueron de 18.24 °Brix, 5.24 pH, acidez de 1.284 g ác cítrico/L, el rendimiento de alcohol fue de 55.23% V/V y se obtuvo una producción de 515.90 mg/100mL en congéneres volátiles, de los cuales 267.22 mg/100mL son alcoholes superiores. El producto resultante fue de color amarillo claro, limpio y profundo, olor característico al maracuyá y alcohol, sabor dulce, fresco y estructurado. Presenta ausencia total de microorganismos en el producto final.

**Palabras clave:** Fermentación, licor de papaya y maracuyá, biotecnología

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the process of making liquor of papaya (*Carica papaya L.*) and passion fruit (*Passiflora edulis forma. Flavicarpa*) by measuring the parameters of degree of dilution and ° Brix. Concentrations of 20, 25 and 30 ° Brix and dilutions of 1:1:1 (participation of 33.33% each, for water, papaya and passion fruit), 1:1:2 (50% water, 25% for papaya and 25% for passion fruit) and 1:2:2 (40% water, 20% for papaya and 40% for passion fruit) that enter the fermentations processes for four days using as inoculum the *Saccharomyces cerevisiae* yeast, the culture medium was placed in plastic containers with capacity of 4 L and with vent for the CO<sub>2</sub>. The significant effect of the variables on the experimental responses that were oriented by means of a factorial design 3\*3 with two replicates, they determined that there is a significant difference between the treatments. The sensory analysis determined like the best, the treatment with 1:1:2 dilution and concentration of 30 ° Brix, physicochemical characteristics that were found at 18.24 ° Brix, 5.24 pH, acidity of 1.284 g citric acid/L, alcohol yield was 55.23% V/V and was obtained a production of 515.90 mg/100mL volatile congeners, of which 267.22 mg/100mL are higher alcohols. The resulting product was light yellow, clean and deep, with a characteristic smell of passion fruit and alcohol, sweet, fresh and structured taste. There was absence of microorganisms in the final product.

Key words: Alcoholic fermentation, papaya and passion fruit liquor, biotechnology

## INTRODUCCIÓN

La destilación del alcohol era relativamente poco conocida hasta fines del siglo XVI. Es probable que hayan sido los alquimistas árabes, en el siglo X, los verdaderos descubridores de los secretos de la destilación del alcohol (Muñoz, 2010).

Fue Arnaldo de Vilanova, quien profundizó en sus estudios aplicados en la preparación de cierto licor al cual se le atribuían propiedades y virtudes que lo convertían en medicina de todos los males. Esto constituyó el punto de partida de los más variados licores y bebidas creadas para satisfacer el paladar humano (Muñoz, 2010).

El uso de diferentes frutas en la industria de licores se ha ido extendiendo a través de los tiempos, es así que se obtienen licores de los zumos, además en algunos casos se aprovecha las cáscaras de las frutas procedentes del proceso de elaboración de otros productos.

La papaya (*Carica papaya*.) es un fruto climatérico que merece ser valorada en diferentes tipos de presentación por la población, ya que un gran porcentaje prescinde de consumirla por diferentes motivos. Esta sufre un cambio de color verde a naranja en la maduración debido a la pérdida de clorofilas y la síntesis de carotenoides que son sustancias precursoras de la vitamina A y posibles compuestos anticancerosos y protectores de la mucosa gástrica.

La producción de papaya para el periodo de enero del 2012/2013 presentó una variación porcentual de 24,4%, observándose un crecimiento de producción de 9,5 hasta 11,8 miles de TM para el año 2013, y para enero del 2014 se producía 12,6 miles de TM (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2013).

Por otro lado, el maracuyá es un fruto climatérico de aroma y acidez acentuado (García, 2002) que se emplea para diversos fines. Uno de ellos es la elaboración de mermelada conjuntamente con la papaya, siendo frutas que se complementan de forma interesante gracias a sus propiedades y condiciones físico-químicas.

Ahora con este trabajo de investigación se ofreció una nueva propuesta, estudiando los parámetros y medidas necesarias para obtener licor a partir de papaya y maracuyá.



# **CAPÍTULO I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Los licores de fruta, como idea propuesta, es un producto que se puede elaborar con frutas provenientes de la cosecha que no son aptas para comercializar como fruta fresca o ser utilizadas en la transformación industrial como las conservas (Hatta, 1993).

El estudio realizado por el INEI (2009) revela que el consumo de licores está en 0,8 Lt/hogar en promedio anual. Considerando que los licores se consumen comúnmente en fechas especiales el consumo promedio es relativamente bajo.

Según la MINAGRI la producción de maracuyá para el año 2009 era de 21,802 Toneladas en el Perú, de los cuales Piura produjo 502 toneladas, siendo solo superado por Lima, Ancash, Lambayeque y Junín (GRLL-GRSA-DIA LA LIBERTAD, 2009). Actualmente se ha aumentado el número de Ha sembradas a 816 Has (Dirección Regional de Agricultura, 2015).

Según el INEI (2009) el consumo promedio per cápita de la papaya es 3,2 Kg/persona, siendo superado por mucho por el plátano. La población no tiene, dentro de su dieta diaria, consumir a menudo papaya a pesar de los beneficios que esta presenta. Para Salazar R. (2007) muchos de los consumidores prefieren las papayas dulces y la relacionan con una vida saludable porque ayuda a la fácil digestión de los alimentos.

Se buscó obtener licor a partir de la papaya y maracuyá basado en aprovechar estos productos, dar un valor agregado a los frutos que están próximos al deterioro total y la necesidad de presentar al mercado un producto nuevo con características provechosas para el organismo.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Los escasos estudios hechos sobre la papaya y maracuyá en la región llevan a una escasa explotación e industrialización de esta fruta; por consiguiente, este proyecto plantea elaborar una bebida alcohólica, en este caso un licor, considerándose una alternativa para utilizar estas frutas que en la actualidad solo se consumen en fresco, mermeladas artesanales y otros.

Se usará la papaya en conjunto con la maracuyá debido a su elevada acidez (2.9 – 5.0%) (García, 2002), necesaria para la fermentación del medio. Además, se aprovecharán los acentuados aromas (tioles) que posee, para que el producto final sea agradable.

Algunos investigadores médicos han señalado que tomar moderadamente cantidades de licor produce algunos beneficios cardiovasculares. Al parecer, el licor disminuye el riesgo de padecer lesiones coronarias por aterosclerosis (Jaramillo, 2005).

El alcohol actúa incrementando los valores del colesterol bueno (HDL) en el hígado o en la sangre, protege de los efectos del colesterol malo (ADL) para formar placas de aterosclerosis. Es posible que tomar licor en forma moderada disminuya la tensión emocional, lo cual puede favorecer que no aparezca vasoconstricción coronaria (Jaramillo, 2005).

La papaya y maracuyá de manera natural presentan compuestos que protegen al cuerpo de diversas dolencias y enfermedades, es así que estas son aprovechadas en diferentes formas procesadas industrialmente. La oxidación propia del metabolismo de los alimentos, prevención del cáncer, regulación de los niveles de colesterol, fomento de la absorción de hierro, entre otros, son algunas de las maneras de actuar de la papaya (Scotto, 2010).

Por otro lado, la maracuyá tiene propiedades calmantes (Amaya, 2009), rica en minerales, ácido ascórbico (absorción de hierro de alimentos) y provitamina A (beta caroteno) esencial para la visión y buen funcionamiento del sistema inmunológico (Lastra, 2012).

Además de alcanzar a los consumidores otra forma de consumo de un producto que es muy beneficioso, presentar estos frutos como licor, amplía su nivel de consumo por parte de la población que gusta de probar sabores nuevos y agradables.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el proceso de obtención y caracterización de licor a partir de papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*)

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Analizar las cualidades fisicoquímicas de °Brix, pH y acidez de la materia prima antes de iniciarse el proceso.

Determinar bajo qué parámetros de grado de dilución y °Brix se obtiene el mejor licor de papaya y maracuyá.

Determinar las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas del producto final.

Diseñar el diagrama de flujo y balance de materiales del proceso de elaboración del producto final.

Evaluar los costos a nivel de laboratorio del proceso de obtención del producto final.

### **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo de las muestras y análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Piura ubicado dentro del Centro de Enseñanza e Investigación Agroindustrial (CEIA).

Los análisis para determinación de congéneres volátiles en el etanol por cromatografía de gases se realizaron en el Laboratorio de Química de Sucroalcolera del Chira S.A. (Caña Brava).

El tiempo de experimentación y tratamiento de los resultados de la investigación duraron en promedio de dos meses y medio, el análisis de los costos para la producción del producto final se evaluó a nivel de laboratorio.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Aguilar y Hernández (2006) elaboraron a nivel de laboratorio, licores a partir de frutas como la manzana, naranja, papaya, pera y sandía. Se llevó a cabo con el fin de establecer cuál es el efecto sobre la producción de vinos de frutas, que producen parámetros como el control de pH y la adición de nutrientes durante la etapa de fermentación, con el objeto de producir vinos con sabor agradable y de buen grado alcohólico, demostrando así la factibilidad de la elaboración de los mismos.

El rango de concentraciones promedio de alcohol obtenidos para los vinos osciló entre 4.8 y 9.1 %V/V. Siendo los valores promedios más altos para la manzana con 9.1 %V/V, seguida por la pera con un 7.5 %V/V, la naranja con un 6.5 %V/V, la papaya con un 6.0 %V/V y la sandía con un 4.8 %V/V. El resultado del análisis de varianza indicó que existe una diferencia significativa entre los valores promedios de alcohol alcanzados por las distintas frutas.

Montoya et al. (2005) realizaron una formulación de licor de mora con diferentes porcentajes de participación de pulpa, 20 kg de mora fueron despulpados, homogenizados y caracterizada la pulpa, determinando; °Brix de 6,0; porcentaje de acidez de 2,91 % y densidad de 0,991 g/ml en promedio.

Se formularon licores, con una participación de la pulpa del 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 %, 50 % y 55 % iniciando con 35 °Brix, para todos los casos en el mosto fermentable, ajustando las formulaciones con sacarosa; la levadura inoculada fue *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen en concentración del 0,2 %; la fermentación se llevó a cabo en reactores con capacidad de 2 litros, con desfogue de manguera de látex, el mosto fermentable fue dejado en los reactores durante 20 semanas, luego los licores fueron filtrados y caracterizados fisicoquímicamente, evaluando el porcentaje de alcohol por destilación, encontrando que el porcentaje de 40 % de participación de pulpa, fue el de mayor concentración con 8,36 % de volumen de alcohol en promedio.

Los resultados estadísticos mostraron una diferencia significativa entre los porcentajes de participación de pulpa y su influencia sobre la producción de alcohol para los valores de 25 % y 30 % con respecto a los porcentajes 35 %, 40 %, 45 %, 50 % y 55 %. La prueba sensorial con 10 jueces, mostró que el licor preparado con 35 % de participación de pulpa, fue el de mayor aceptación.

Asimismo Cáceda y Rodríguez (2003) realizaron un estudio con el fin de obtener un licor con características sensoriales aceptables y de un elevado valor nutricional, empleando la cáscara de naranja (*Citrus aurantium*) como la fuente para el aroma y sabor, el fruto de maca (*Lepidium meyenii*) como la fuente de valor nutricional y la sacarosa como la fuente de azúcar fermentable, para la cual se encontró que el porcentaje óptimo fue de 5% tanto para la cáscara de naranja como para la maca.

Se realizaron pruebas de degustación con 200 individuos escogidos al azar. Con respecto al sabor y aroma, su validez fue comprobada mediante pruebas estadísticas, usando el método de Linkert; y el valor nutricional por la presencia de aminoácidos, mediante la prueba de la ninhidrina.

Gonzales (2012) elaboró una bebida alcohólica a partir de la grosella blanca (*Phyllanthus acidus*) mediante el empleo de levaduras de panificación *Saccharomyces cerevisiae*, considerándose un diseño experimental A\*B (2\*3), siendo el factor A: Tipo de levadura (Levapan, Saf-instant), y factor B: Dilución fruta- agua (1:2, 1:3,1:4). Mediante el análisis de los datos se estableció que a excepción del °Brix en la fermentación, los factores A y B no tenían un efecto estadísticamente significativo.

Al análisis sensorial se aplicó un diseño de bloques incompletos con 40 catadores semi entrenados mediante una escala hedónica de 5 puntos. La bebida con mayor aceptabilidad fue la elaborada con levadura de marca Levapan y dilución 1:4 (fruta-agua). A ésta se le realizaron análisis microbiológico, grado alcohólico y análisis económico.

Los resultados indicaron que el empleo de levaduras de panificación y una dilución (fruta-agua) adecuada con una ejecución cuidadosa del procedimiento le otorgan a la bebida alcohólica de grosella blanca (*Phyllanthus acidus*) una particularidad especial, con un aroma agradable y fresco como el que le caracteriza a la fruta.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Papaya (*Carica papaya* L.)**

La *Carica papaya* L. (Figura 2.1), fue nombrada por primera vez en la publicación *Species Plantarum* en el año de 1753. La papaya se obtiene del árbol conocido como papayo, y es originario de las zonas tropicales de México y Centroamérica (Scotto, 2010). Pero fue el historiador Fernández de Oviedo en 1526 quien la llama “higos de mastuerzo” o “papaya de los pájaros” (López, 2012).

A través del intercambio natural entre los primeros pobladores de América y el Caribe, la fruta logró diseminarse por muchas regiones de esas áreas. También se ha observado una gran concentración de especies de *Carica* en la región oriental de los Andes, comprendida entre Brasil, Bolivia, Colombia y Venezuela (Jiménez 2002).

Las innovaciones de técnicas post-cosecha, así como el transporte aéreo han permitido que este fruto, que es muy sensible al tener una piel muy fina, se haya desarrollado para la exportación comercial (Lobo, 1995).



**Figura 2.1. Papaya (*Carica papaya* L.)**

Fuente: Dirección General de Competitividad Agraria (2012)

### 2.2.1.1. División Taxonómica

La clasificación taxonómica de la papaya es la siguiente (Alvarado, 2013):

<b>División:</b>	<i>Spermatophyta</i>
<b>Subdivisión:</b>	<i>Magnoliophytina</i>
<b>Clase:</b>	<i>Magnoliatae</i>
<b>Orden:</b>	<i>Violales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Caricaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Carica</i>
<b>Especie:</b>	<i>Carica Papaya L.</i>

La familia *Caricaceae* solamente incluye cuatro géneros, tres de los cuales son de América tropical (*Carica*, *Jacaratia* y *Jarilla*) y uno de África ecuatorial (*Cylicomorpha*). El género *Carica* agrupa unas 21 especies de plantas, dentro de las cuales *Carica papaya* es la más importante por su utilización en la alimentación humana (CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL - CENITA, 2010).

### 2.2.1.2. Características morfológicas del fruto (variedad Criolla)

El fruto es una baya de tamaño y forma considerablemente variable, pudiendo ser redondeado, oblongo, piriforme, obovado, etc.; y el tamaño puede alcanzar hasta 60 cm de largo y 40 cm de diámetro y el peso hasta 10 Kg (DGCA, 2012).

Pulpa carnosa de 2,5-5 cm de espesor, jugosa, de sabor y aroma agradables y de color amarillo, anaranjado o rojizo. La pulpa rodea una cavidad central grande, que contiene numerosas semillas negruzcas generalmente redondeadas y que están cubiertas por un arilo mucilaginoso (DGCA, 2012).

Presenta una raíz principal pivotante que puede desarrollarse hasta un metro de profundidad. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cm y la mayor concentración de raíces absorbentes se encuentra en los primeros 20 cm (CENITA, 2010).

La papaya es un fruto climatérico, la concentración de ácidos varía mucho de su formación a maduro. El contenido de Fe aumenta con el desarrollo del fruto, mientras que el K, P y Ca no sufren modificaciones (Lobo, 1995).

El Cuadro 2.1 contiene datos actualizados de las Tablas Peruanas de Composición de Alimentos referente a la composición química que presenta la pulpa de la papaya tanto en macronutrientes como en sus micronutrientes.

**Cuadro 2.1. Composición química de la papaya.**

Papaya (100g)	Cantidad (g)
Energía	32 Kcal
Agua	90.8
Proteínas	0,4
Grasa total	0.1
Carbohidratos	8,2
Fibra	0,5
Cenizas	0,5
Calcio	23 mg
Fósforo	14 mg
Zinc	0,07 mg
Hierro	0,30 mg
Vitamina A	55 µg
Vitamina C	47,70 mg

Fuente: Reyes, Gómez-Sánchez, Espinoza, Bravo y Ganoza (2009)

### **2.2.1.3. Propiedades nutricionales y medicinales**

El fruto del papayo es de sabor y aroma agradable, además de digestivo es muy apreciado para su consumo en forma natural y por su consistencia variable según su estado de maduración (de verde a maduro) se presta a la preparación de otros productos (Salazar, 2007)

La papaína se ha utilizado en el tratamiento de úlceras, disolver membranas en la difteria y reduce hinchazones, fiebre y adherencias después de cirugías, donde es utilizada para el tratamiento por deslizamiento de discos en la columna (Scotto, 2010).

### **2.2.1.4. Consumo y aplicaciones del fruto**

La papaya, la mayor fuente de enzimas vegetales puede destinarse para el consumo en: fruta fresca como alimento, industrial y culinario (Jiménez, 2002).



Las que no puedan consumirse o procesarse inmediatamente, se almacenan a 10-13°C durante 10-15 días (Lobo, 1995).

Contiene una enzima llamada papaína, que utiliza en la industria como ablandador de carnes, en la clarificación de las cervezas, también en la industria papelera, textil, del cuero y cosmética (Scotto, 2010). Esta se encuentra en la papaya a una concentración de 10% (Badui, 2013).

#### **2.2.1.5. Variedades comerciales**

En Perú se cultivan las siguientes variedades comerciales: Pauna, variedad enana, pulpa color amarillo anaranjado, excelente sabor y aroma, con rendimientos de hasta 30 a 40TM/Ha (Salazar, 2007).

Maradol, proveniente de Cuba, enana con pulpa de color rojo, su rendimiento es de 30-35 TM/Ha; Criolla, variedad mayor cultivada, alta, fruto pequeño con pulpa de color amarillo, considerada de regular calidad (Salazar, 2007).

#### **2.2.1.6. Producción**

La producción de papaya actualmente se ubica en el Perú en 12.6 miles de TM para enero del 2014 (INEI 2014) y en la región Piura presenta un comportamiento positivo de un 8.7% de crecimiento.

La Dirección Regional de Agricultura (DRA) para el periodo correspondiente a agosto del 2014 a marzo del 2015 tenía una superficie programada de siembras en Piura de 107 Has, de las cuales fueron ejecutadas 106 Has, reportándose un avance del 99% (DRA, 2015). En el Cuadro 2.2 se detalla zonas de producción en Piura.

**Cuadro 2.2. Siembras Campaña Agrícola 2014 – 2015**

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Has</b>
Piura	Catacaos	2
	Cura Mori	2
	La Arena	1
	Las Lomas	6
	Tambo grande	39
Sechura	Bernal	1
Morropón	Chulucanas	6
	Salitral	2
Sullana	Sullana	27
	Marcavelica	5

Continuación del cuadro

	Canchaque	5
Huancabamba	S. M. Faique	6
Ayabaca	Pacaimpampa	4

Fuente: Dirección Regional de Agricultura (2015)

Elaboración: Oficina de Estadística

El avance de siembras (Hás.), cosechas (Hás.), producción (TM) y precios en chacra correspondiente al mes de enero a setiembre del 2015 se detalla en el Cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3. Siembras, cosechas, producción y precios en chacra de la papaya**

	Siembras	Producción	Precio en Chacra
Mes	Has.	T.M	S/. Kg.
Enero	102	89	2.00
<Febrero	102	121	2.03
Marzo	102	101	2.25
Abril	102	63	2.17
Mayo	102	24	1.65
Junio	122	68	1.84
Julio	122	64	1.70
Agosto	122	64	1.70
Septiembre	122	77	1.50

Fuente: DRA (2015). Elaboración: Oficina de Estadística

### 2.2.2. Maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*)

La *Passiflora edulis* (Figura 2.2) se considera originaria de la región amazónica, aunque crece de forma silvestre en un área que abarca desde el sur de Colombia hasta el norte de la República Argentina y Uruguay (Gerencia Regional de Agricultura – Región La Libertad [GRA-RLL], 2009).

Las especies comerciales de maracuyá aparecieron en las regiones subtropicales de América, en la región amazónica de Brasil, Paraguay y norte Argentina. Brasil, Colombia, Perú, Ecuador y Venezuela poseen más del 80% de producción (Dulanto y Aguilar, 2011).

Brasil es considerado el origen de unas 150-200 especies de las 465 existentes de *Passiflora*. La especie *Passiflora edulis* (maracuyá morado), dio origen, a través de una mutación, al maracuyá amarillo (García, 2002). El maracuyá es una fruta tropical de una planta que crece en forma de enredadera y que pertenece a la familia de las *Passifloras*, de la que se conoce más de 400 variedades (Amaya, 2009).

Sus hojas que son dentadas, miden de 7 a 20 cm de longitud, sus flores son hermafroditas y solitarias por lo que se aconseja realizar polinización manual. El maracuyá se multiplica por semillas y por estacas leñosas. La primera cosecha se da a los seis o siete meses después de la siembra (FAO-PRODAR, 2014).



**Figura 2.2. Maracuyá amarillo**  
Fuente: García M. (2002)

Las condiciones climáticas y el suelo en Perú son altamente propicias para el cultivo del maracuyá. Esta fruta está disponible durante todo el año, con dos picos de producción: el primero de abril a junio y el segundo en octubre (Zavaleta, 2016).

#### **2.2.2.1. División taxonómica**

La clasificación taxonómica del maracuyá es la siguiente (Zavaleta, 2016):

<b>División:</b>	<i>Angiospermas</i>
<b>Clase:</b>	<i>Dicotiledóneas</i>
<b>Subclase:</b>	<i>Archichlamydeae</i>
<b>Orden:</b>	<i>Passiflorales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Passifloraceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Passiflora</i>
<b>Especie:</b>	<i>Edulis</i>

#### **2.2.2.2. Características morfológicas del fruto**

El fruto es una baya, de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 0.04 – 0.08 m y de 0.06 – 0.08m de largo, la base y el ápice son redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 0.003 m de espesor. El pericarpio es grueso, contiene de 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginosa) que contiene un jugo aromático en el cual se encuentran las vitaminas y otros nutrientes (García, 2002). El valor nutritivo del fruto del maracuyá se detalla a continuación en el Cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4. Valor nutritivo de 10g de jugo de maracuyá amarillo.**

Componente	Cantidad	Componente	Cantidad
Valor energético	78 calorías	Calcio	5.0 mg
Humedad	85%	Hierro	0.3 mg
Proteínas	0.8%	Fósforo	18 mg
Grasas	0.6 g	Vit. A activa	684 mg
Carbohidratos	2.4 g	Tiamina	Trazas
Fibra	0.2 g	Riboflavina	0.1 mg
Ceniza	Trazas	Niacina	2.24 mg
		Ácido ascórbico	20 mg

Fuente: García (2002).

Su jugo es ácido y aromático; se obtiene del arilo, es una excelente fuente de vitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico. La cáscara y las semillas también pueden ser empleados en la industria, por los componentes que tienen (Amaya, 2009). García (2002) detalla la composición química que deben tener los frutos de maracuyá para fines de exportación (Ver Cuadro 2.5.).

**Cuadro 2.5. Composición química de los frutos de maracuyá**

Elemento	Cantidad
Ph	2.8 - 3.3
Acidez	2.9- 5.0 %
Sólidos solubles	12.5- 18.0 %
Azúcares totales	8.3 - 11. 6%
Azúcares reductores	5.0 – 9.2 %
Ácido ascórbico	7.0 – 20 mg/100g
Niacina	1.5 - 2.2 mg/100g
Potasio	140 – 278 mg/100g

Fuente: García (2002).

### 2.2.2.3. Propiedades nutricionales y usos

El maracuyá se cultiva para aprovechar el jugo del fruto, el cual puede ser consumido directamente en refrescos, o ser industrializado para la elaboración de cremas alimenticias, dulces cristalizados, sorbetes, licores, confites, néctares, jaleas, refrescos y concentrados (García, 2002).

Es fuente de proteínas, minerales, vitaminas, carbohidratos y grasa. El aceite que se extrae de sus semillas podría ser utilizado en la fabricación de jabones, tintas y barnices (Amaya, 2009).

#### **2.2.2.4. Propiedades medicinales**

El uso medicinal del maracuyá, se basa en las propiedades calmantes (depresora del Sistema Nervioso) de la Passiflorina (o maracuyina), un sedativo natural encontrado en los frutos y hojas (Amaya, 2009). La variedad amarilla es más rica en minerales y en provitamina A que la morada. Contiene una cantidad elevada de fibra, que mejora el tránsito intestinal y reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades (Lastra, 2012).

#### **2.2.2.5. Variedades comerciales**

Del maracuyá existen dos variedades: el maracuyá púrpura que corresponde a la especie botánica *Passiflora edulis*. Variedad púrpura y el maracuyá amarillo, variedad identificada botánicamente como *Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*. En el Perú se cultiva exclusivamente con fines comerciales la variedad *flavicarpa* por tener un mayor rendimiento y es más resistente a enfermedades en comparación con la variedad púrpura (Zavaleta, 2016).

#### **2.2.2.6. Producción**

La producción de maracuyá fresca en el Perú es aún una actividad relativamente nueva y no consolidada. Las exportaciones han mostrado una tendencia muy irregular en los últimos 6 años con volúmenes aún muy reducidos en comparación a la oferta con la que se cuenta, representando las exportaciones del año 2005 (4.6 TM) el 0.02% del total producido (17,455 TM) (AMPEX, 2006).

El departamento con la mayor área instalada de Maracuyá es Lima, seguida de cerca por Ancash, luego está Lambayeque, Piura, Junín, Ucayali, Huánuco y en octavo lugar La Libertad.

Se observa un crecimiento significativo entre los años 2009-2005, del 71.5%, es decir 1,432 ha más, este crecimiento fundamentalmente está dado por Ancash, Lima, Lambayeque y Huánuco, ya que en los departamentos Junín y La Libertad decrecieron (GRA-RLL, 2009).

En el año 2011 la producción de maracuyá alcanzó las 73,500 TM, concentrándose el 84,5% en Lambayeque, La Libertad, Lima y Piura. Sin embargo, en términos de rendimiento el ranking lo lidera Piura (70.5 TM/ha), ello porque goza de mejores técnicas de cultivo y condiciones climáticas (De Lama y Tezén, 2017). Para agosto del 2014 a marzo del 2015 Piura tenía una superficie ejecutada de 816 Has (DRA, 2015). En el Cuadro 2.6 se detallan zonas de producción en Piura:

**Cuadro 2.6. Siembras campaña agrícola 2014 – 2015**

Provincia	Distrito	Has
Piura	Piura	63
	Cura Mori	12
	Las Lomas	400
	Tambogrande	200
Sullana	Sullana	30
Paíta	Colán	24
Huancabamba	Canchaque	28
	Demás provincias	21
Ayabaca	Sapillica	8
	Suyo	25

Fuente: Dirección Regional de Agricultura (2015)

Elaboración: Oficina de Estadística

El avance de siembras (Hás.), cosechas (Hás.), producción (TM) y precios en chacra correspondiente al mes de enero a setiembre del 2015 se detalla en el Cuadro 2.7.

**Cuadro 2.7. Siembras, cosechas, producción y precios en chacra de la papaya**

Mes	Siembras	Producción	Precio en Chacra
	Has.	T.M	S/. Kg.
Enero	778	514	1.37
Febrero	801	1,422	1.33
Marzo	771	1,350	1.05
Abril	771	1,379	1.13
Mayo	771	518	0.85
Junio	771	414	1.27
Julio	771	442	1.10
Agosto	771	431	1.25
Septiembre	821	377	1.26

Fuente: Dirección Regional de Agricultura (2015)

### **2.2.3. Licores**

#### **2.2.3.1. Origen**

El origen de las bebidas fermentadas se encuentra unido a la evolución de los seres humanos, siendo probablemente la miel diluida de abejas silvestres la primera de estas bebidas, también conocida como “hidromiel”; apareciendo posteriormente las derivadas de los cereales o “cerveza”, así como también las de la uva o “vino” (Hidalgo, 2010).

Según el Código Alimentario español de 1967 citado por Valencia (2010), los licores son “bebidas hidroalcohólicas aromatizadas”, que se obtienen “por maceración, infusión o destilación de diversas sustancias vegetales naturales con alcoholes aromatizados, o por adición a los mismos extractos aromáticos, esencias o aromas autorizados, o por la combinación de ambos procedimientos”. Deben estar, añade la legislación, “edulcoradas con azúcar, glucosa, miel mosto de uva, coloreadas o no”, y tener “un contenido alcohólico superior a 30° centesimales”.

Durante mucho tiempo se consideraron bebidas secretas que podían alterar el ánimo, dar placer y alegría, e incluso estimular la imaginación. Sin embargo, se define al licor (el aqua vitae, o “agua de la vida”) como una bebida espirituosa cuyo elemento esencial es el alcohol (Zurdo, 2004).

Las bebidas alcohólicas (licores) para consumo humano se obtienen por destilación del etanol. El aroma no está determinado por el alcohol sino por los productos secundarios de la fermentación; el sabor se debe a productos de extracción y destilación de plantas y frutas, y también contribuyen al sabor los zumos de frutas, aceites esenciales y esencias naturales (Carretero, 2006).

#### **2.2.3.2. Procesos de elaboración del licor**

Basado en el modelo seguido por Coronel (2008):

- **Recepción:**

Consiste en cuantificar la fruta que entrará a proceso. Esta operación debe hacerse con recipientes adecuados para la tarea y balanzas calibradas y limpias.

- **Lavado y selección:**

Se pueden utilizar frutas maduras (no sobre maduras), limpias, sanas, con aroma y sabores fuertes y agradables. También se debe considerar la rentabilidad de una fruta.

- **Prensado:**

La fruta se somete a prensado o partido para la obtención de partículas de menor tamaño, de modo que la pulpa o el jugo queden expuestos a la acción de las levaduras.

- **Adición de sulfito:**

Es agregado al mosto antes de la fermentación alcohólica para inhibir el crecimiento de bacterias y levaduras indeseables, acción antimicrobiana y la acción de las polifenoloxidasas que provocan el oscurecimiento del producto, acción antioxidante.

- **Preparación del mosto:**

Se diluye la levadura, con agua a 32 ° C y una pequeña cantidad de azúcar y se deja reposar de 15 a 20 minutos. La adición de azúcar para la corrección de los grados Brix debe ser de 21 a 25 °Brix, es un proceso llamado encabezamiento.

Es importante ya que cuando los °Brix son menores a lo ideal la cantidad de alcohol obtenida es menor, además la fermentación se detiene pues las levaduras no pueden realizar la fermentación por la elevada presión osmótica. Una vez incorporado al mosto el azúcar, se siembra la levadura activada.

- **Fermentación:**

Se deja fermentar el mosto preparado en temperaturas menores a 30°C durante aproximadamente 20 días hasta tener la reducción casi total del azúcar en el mismo.

- **Trasiego:**

Una vez finalizada la fermentación, se inicia una sedimentación espontánea de las partículas hasta entonces mantenidas en suspensión como son las levaduras, los restos de fruta, proteínas, pectinas, etc.



- **Clarificación:**

Para este proceso se emplean "agentes clarificantes", compuestos adsorbentes como: bentonita, gelatina, caseína, carbón o clara de huevo; los cuales forman complejos coloidales que flocculan y arrastran las partículas suspendidas. Luego de ser agregados los agentes clarificantes, el medio es mantenido en absoluto reposo para obtener en pocas horas un líquido bastante claro con las borras depositadas en el fondo.

### **2.2.3.3. Factores que influyen en el proceso**

- **°Brix:**

La concentración de azúcares que posee un mosto determina su velocidad de fermentación (Hidalgo, 2010). Importante para cuantificar el grado de avance de la fermentación de los azúcares presentes en el mosto (Aguilar y Hernández, 2006).

El mosto debe tener un °Brix entre 16 y 20, si es muy bajo el grado alcohólico obtenido será pobre, por lo contrario si es muy alto la fermentación no se efectúa, pues la presión osmótica que se ejerce sobre las levaduras es grande y no permite que actúen sobre los azúcares (Coronel, 2008).

- **pH:**

El valor óptimo para el desarrollo de las levaduras se encuentra entre valores de 4,0 a 6,0 con un valor mínimo de 2,6 a 2,8 por debajo de los cuales la fermentación es imposible (Hidalgo, 2010).

Los mostos tienen un pH que oscila entre 3,0 y 3,8, conviene los valores más bajos para evitar el desarrollo de bacterias peligrosas (Hidalgo, 2010). Generalmente se recomienda que cuando se utilizan frutas poco ácidas ajustar el valor del pH entre 3.4 y 4 (Aguilar y Hernández, 2006).

- **Temperatura:**

Los azúcares producen una reacción exotérmica, es decir, con desprendimiento de calor (Coronel, 2008). Cada molécula de azúcar fermentado produce 25,4 kcal. Se estima que cada grado de temperatura aumentado la levadura es capaz de metabolizar un 10% más de azúcar (Hidalgo, 2010).

En el Cuadro 2.8 se detalla cual es la concentración de diferentes compuestos según la temperatura de fermentación.

**Cuadro 2.8. Influencia de la temperatura de fermentación.**

Concentración (g/L)	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
Etanol	93.60	93.04	90.00	89.60	79.52
Glicerol	6.05	6.59	6.91	7.18	7.38
Acetaldehído	0.05	0.09	0.04	0.04	0.02
Ácido succínico	0.74	0.89	0.77	0.92	0.70
Ácido acético	0.08	0.13	0.14	0.13	0.22
CO <sub>2</sub>	89.53	88.99	86.08	85.70	76.06

Fuente: Hidalgo (2010)

#### - **Nutrientes:**

Son las sustancias químicas requeridas por las células vivas para realizar el metabolismo de biosíntesis llamado anabolismo y catabolismo o degradación, del cual se obtiene la energía necesaria para el crecimiento y funcionamiento de los organismos (Puerta, 2010).

Para favorecer la fermentación es necesario añadirles sustancias nutritivas como sulfato amónico, sulfato magnésico, superfosfatos, extractos de levadura y otros nutrientes (Carretero 2007).

#### - **Composición aromática y de alcoholes de licores**

La conducción o las condiciones de la fermentación alcohólica del mosto son de una capital importancia desde el punto de vista cualitativo y especialmente desde el aspecto aromático (Hidalgo 2010). Sádecka y Polonsky (2000) citados por González (2012), señalan que los principales componentes del vino son el etanol, azúcares, ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos y colorantes.

El etanol corresponde a un subproducto de la fermentación de los azúcares presentes en los mostos que contribuye al sabor y la estabilidad microbiana. Los aminoácidos son un factor significativo en el crecimiento de las levaduras y las bacterias que producen el vino. Además de considerar que se admite el hecho de que generalmente los aminoácidos contribuyen al aroma y sabor (González, 2012).

Los azúcares, determina la clasificación de éste, en mayor o menor grado de calidad. Los compuestos fenólicos juegan un importante rol en la calidad, ya que estos contribuyen en los atributos sensoriales, además de ser importantes en la química del color en el proceso de envejecimiento (González, 2012).

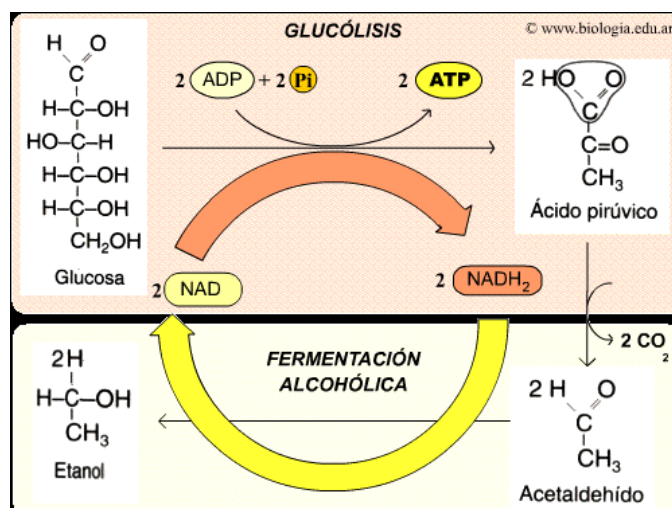
Las proteínas son el constituyente presente en menor cantidad, contribuyen en la calidad de éste. Por otra parte las proteínas son las responsables de la sensación de “cuerpo”, además de retener ciertos aromas. Sin embargo, pueden causar problemas tecnológicos, tales como dificultades en la filtración y clarificación (González, 2012).

## 2.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS

### 2.3.1. Fermentación alcohólica

Proceso de descomposición entre los azúcares contenidos en el mosto, la glucosa y la fructosa, convirtiéndolo en etanol o alcohol etílico y en anhídrido carbónico (Rojas, 2012). Proceso que se puede apreciar en la Figura 2.3.

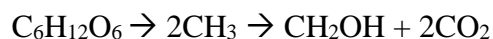
Se lleva a cabo en dos etapas: la primera que convierte el piruvato en acetaldehído y  $\text{CO}_2$ , el acetaldehído con  $\text{NADH}_2$  produce ácido láctico. Este tipo de fermentación tiene aplicaciones en la industria de alimentos en la producción de pan, cerveza, vino y otras (Fula, 2010).



**Figura 2.3. Esquema de la fermentación alcohólica**

Fuente: Fula (2010)

La fermentación alcohólica se debe a una enzima soluble que producen las levaduras, zimasa (Carretero 2006). Más adelante Gay.-Lussac (1813) citado por Hidalgo (2010) representó el proceso fermentativo con la siguiente expresión:



### 2.3.2. Levaduras

Son los microorganismos más importantes desde el punto de vista industrial (Ver Cuadro 2.9), porque muchas de las especies pueden convertir los azúcares en alcohol etílico y dióxido de carbono. Participan en la producción de cerveza, vino, alcohol industrial, glicerol y vinagre (González, 2012).

**Cuadro 2.9. Levaduras utilizadas industrialmente**

Levadura	Producto
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	Vino
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Cerveza y levadura de panificación
<i>Torulopsisutilis</i>	Fuente de proteínas
<i>Schizosaccharomyces sp.</i>	Alcohol industrial

Fuente: González (2012)

En el proceso de fermentación son importantes las levaduras, que se pueden encontrar en la naturaleza en todas partes. Por eso se puede casi garantizar que el 90-95% de los zumos de frutas fermentarán sin que haya que añadirles ningún cultivo de levaduras, aunque sucede que con frecuencia este tipo de levaduras prolifera mal porque la composición del líquido no es la adecuada (Aguilar y Hernández, 2006).

Las levaduras crecen en la masa del líquido a fermentar. En algunas ocasiones suben a la superficie creando una película llamada velo. Todo líquido azucarado sufre esta fermentación de manera espontánea debido a la acción de las levaduras (Carretero 2006).

### 2.3.3. Índice de factibilidad enológica

Es la relación que mide, desde el punto de vista de la fermentación, el grado de similitud de una fruta con respecto a la uva. Tomando como referencia para el establecimiento de esta correlación los valores de los parámetros reportados por la uva en cuanto a índice de acidez y azúcar se refiere (Páramo y Peck, 2006).

La relación acidez/azúcar de la uva puede servir de referencia para saber si una fruta cualquiera tiene la posibilidad de ser sometida a fermentación con fines enológicos. La primera es determinante para las funciones básicas de las levaduras, llegando a mostrar un óptimo crecimiento cuando el medio posee un valor cercano al 0,55%.

El contenido de azúcar, por otro lado, determina la cantidad final de alcohol que se habrá producido por fermentación y que, al ejercer una acción antiséptica, limitará la población de levaduras (López, 2007). Este índice viene dado por la expresión (Páramo y Peck, 2006):

$$\text{IFE} = (\% \text{Az} + \% \text{Ac}) 36.$$

Donde %Az es el porcentaje de azúcar de la fruta, %Ac el porcentaje de acidez total. El valor 36 viene dado considerando que la relación azúcar/acidez de la uva es la óptima para el proceso de la fermentación alcohólica: %Az de la uva / %Ac de la uva = 36.

Según esto, mientras más cerca esté el IFE de una fruta del valor 740, mayor será su similitud con la uva (desde el punto de vista de su fermentación). Esta fórmula, por supuesto, es empírica y solamente proporciona elementos de referencia muy generales.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Se obtuvo y caracterizó un licor a partir de papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*).

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Las cualidades fisicoquímicas de °Brix, pH y acidez de la materia prima fueron las adecuadas para iniciarse el proceso.

El grado de dilución y la concentración de sólidos solubles en el medio si tienen un efecto significativo sobre el grado alcohólico y propiedades organolépticas del producto obtenido.

Se determinaron las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas del producto final.

Se diseñó el diagrama de flujo y balance de materiales del proceso de elaboración del producto final.

Se logró evaluar los costos a nivel de laboratorio del proceso realizados en la obtención del producto final.

### CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. ENFOQUE Y DISEÑO

Los datos resultantes de la experimentación fueron estudiados mediante la aplicación de un diseño factorial A\*B (3\*3) con 2 réplicas, teniendo así un total de 18 observaciones. Este tipo de diseño permitió evaluar el efecto individual de cada una de las variables o factores de estudio y determinar su influencia en el comportamiento de diversas variables de respuesta a obtener.

Dentro de las ventajas que ofreció este diseño es que permitió evaluar el efecto de interacción de los factores. Las variables que se estudiaron con sus respectivos niveles se presentan en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1. Factores y niveles para el modelo estadístico**

		°Brix	20	25	30
Dilución del mosto	1:1:2		Y <sub>111</sub>	Y <sub>121</sub>	Y <sub>131</sub>
			Y <sub>112</sub>	Y <sub>122</sub>	Y <sub>132</sub>
	1:1:2		Y <sub>211</sub>	Y <sub>221</sub>	Y <sub>231</sub>
			Y <sub>212</sub>	Y <sub>222</sub>	Y <sub>232</sub>
	1:2:2		Y <sub>311</sub>	Y <sub>321</sub>	Y <sub>331</sub>
			Y <sub>312</sub>	Y <sub>322</sub>	Y <sub>332</sub>

Para estudiar las variables respuesta (dependientes) se trabajó sobre los factores dilución del mosto de 1:1:2, 1:1:2 y 1:2:2 (papaya: maracuyá: agua) y concentración de azúcares de 20, 25 y 30°Brix. Considerándose a estas como las más influyentes en el proceso a experimentar.

Para realizar el estudio de los datos se utilizó un análisis ANOVA. Asimismo, se aplicó la prueba de comparación de medias de DUNCAN con un nivel de significancia de 5%. Los datos se evaluaron usando el sistema de Microsoft Excel para realizar los cuadros y gráficos de las respuestas experimentales, se analizaron los datos con la ayuda del programa estadístico STATGRAPHICS Centurión, además de la visualización los resultados y gráficos.

El nivel de significancia se estableció en 0,95. Además se usaron representaciones gráficas y SmartArt para ilustrar y comparar datos. La formulación de datos fue dada por:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde  $Y_{ijk}$  es la  $ijk$ -ésima observación,  $\mu$  es media global,  $\tau_i$  el efecto del factor A: Dilución,  $\beta_j$  el Efecto del factor B: Concentración de azúcares y  $\varepsilon_{ijk}$  el error experimental.

### 3.2. SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se tomó como medio de cultivo para la elaboración del licor el jugo que se extrajo de la papaya (*C. papaya*) variedad “Criolla” y del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).

La DGCA (2012) indica que la papaya es una baya redondeada u oblonga de hasta 60 cm de largo y 40 cm de diámetro y de peso hasta 10 Kg. Con Pulpa carnosa de 2,5-5 cm de espesor, jugosa, de sabor y aroma agradables y de color amarillo, anaranjado o rojizo).

El maracuyá también es una baya, de forma globosa u ovoide menciona García (2002), con corteza de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa. Amaya (2009) señala que el jugo que se obtiene del arilo es ácido, aromático y es una excelente fuente de vitamina A, niacina, riboflavina y ácido ascórbico.

La recolección de las materias primas se llevó a cabo en distribuidores mayoristas del Mercado Central de Abastos de la ciudad de Piura, de las cuales se escogieron las que se encontraron en estado óptimo para entrar al proceso.

Estas pulpas se trabajaron junto con agua tratada realizándose el ajuste de las diluciones según los niveles y características propuestos en el Cuadro 3.2 como parte del proceso de investigación.



### **3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTOS**

#### **3.3.1. Materiales**

- Mesas de trabajo
- Tablas de picar
- Cuchillos de acero inoxidable
- Recipientes plásticos, capacidad de 4 L con espita.
- Pipeta de 10 ml y propipeta
- Vasos de precipitado BOECO GIARDINO 250 ml, 500ml y 1 L.
- Matraz Erlenmeyer de 250 y 500 ml.
- Picetas para agua destilada
- Probeta 10 ml.
- Organza de tela
- Coladera de acero inoxidable
- Fichas para la evaluación sensorial

#### **3.3.2. Equipos**

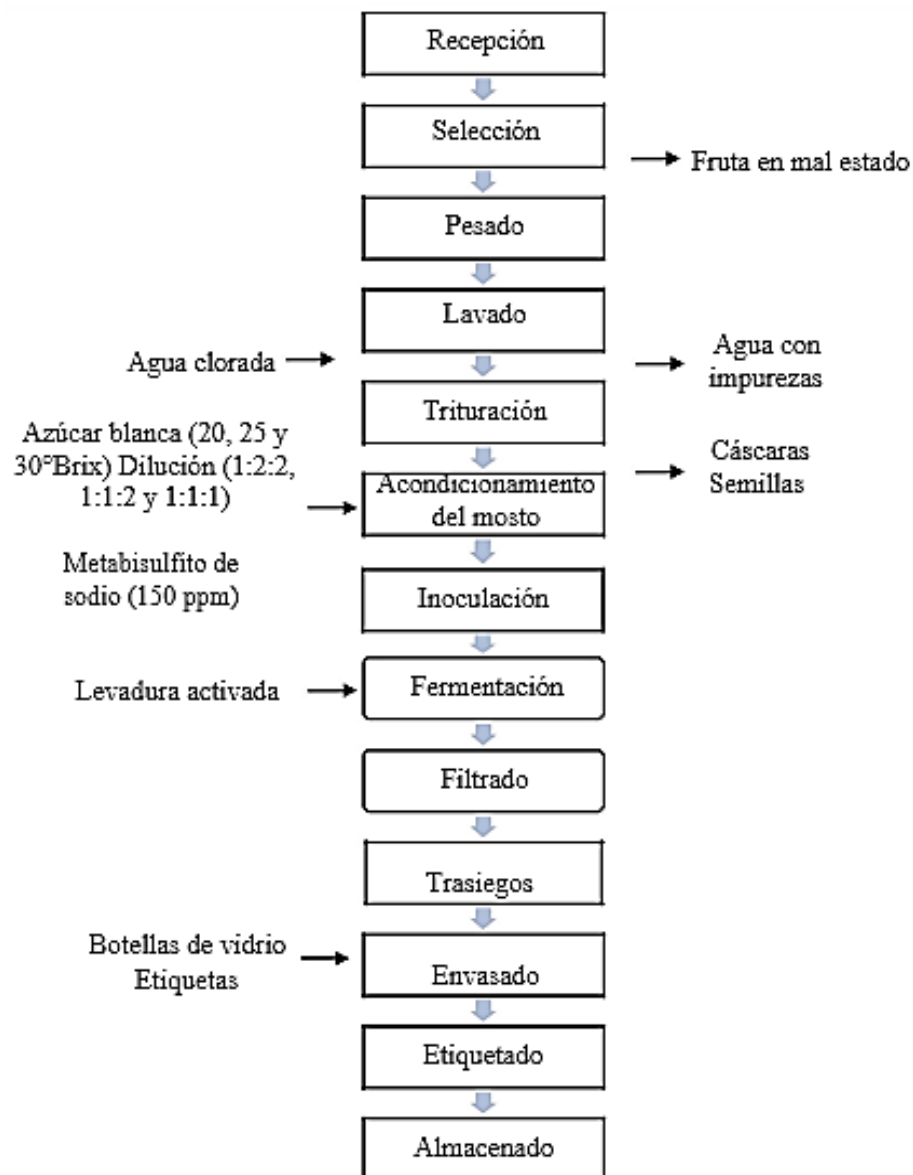
- Balanza electrónica CAMRY EB9068, capacidad: 150kg
- Balanza analítica AND GX-200, capacidad de 210 g con sensibilidad de 1 miligramo.
- Balanza analítica AND HR-250AZ, capacidad de 252 g con sensibilidad de 0.1 mg
- Licuadora OSTER, mod. Osterizer Classic
- Equipo de titulación (Bureta y soporte de bureta)
- Refractómetro ATAGO N-1EBX
- Potenciómetro TRACER Pcke Tester, mod. LaMotte
- Alcohómetro
- Termómetro 0 – 100°C
- Cocina eléctrica Capitol Rangette
- Equipo de destilación
- Cromatógrafo de gases VARIAN 430 – GC
- Balanza analítica SARTORIS PRACTUM
- Densímetro ANTON PAAR DMA 4500 M

### 3.3.3. Reactivos

- Fenolftaleína
- Solución de hidróxido de sodio NaOH 0.1N
- Agua destilada
- Metabisulfito de sodio (15 g en 100 lt)

### 3.3.4. Diagrama de flujo del proceso

Para obtener el licor se siguió el procedimiento propuesto que se encuentra detallado de forma general a continuación:



**Figura 3.1. Flujograma propuesto de la elaboración del licor**  
Elaborado con información de Coronel (2008) y Hatta (1993)

#### **3.3.4.1. Recolección y tratamiento de materias primas**

Las materias primas que fueron recolectadas del mercado central de abastos de la ciudad de Piura se llevaron al laboratorio para su procesamiento. Estas fueron obtenidas en las variedades según requerida por la experimentación.

#### **3.3.4.2. Pesado**

El proceso se inició con la recepción de la fruta, la papaya y maracuyá en el laboratorio. La fruta se colocó en la balanza electrónica CAMRY EB9068 para determinar los pesos y sus rendimientos a lo largo del proceso.

#### **3.3.4.3. Selección y lavado**

El maracuyá (FAO, 2014) y la papaya (FAO, 2007) se escogieron según los siguientes parámetros de calidad: Estar enteras, presentar una apariencia fresca, estar sanas, y libres de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptas para el consumo; estar prácticamente exentas de plagas y daños causados por ellas.

Se descartaron aquellas que no presentaban condiciones para entrar al proceso y se lavaron las frutas con agua clorada para retirar la tierra, impurezas, partículas extrañas y otros materiales que pudieran ser fuente de contaminación.

Lavar los productos agrícolas frescos con agua potable tratada con un agente desinfectante puede reducir los microorganismos y patógenos que podrían encontrarse en la superficie de dichos productos (LSU, 2017).

El método más económico para el lavado es el tratamiento químico con cloro y sus derivados, cuyo propósito es destruir las bacterias y hongos presentes en el agua, así como las transportadas sobre la superficie del fruto (FAO, 2003).

Se utilizó una concentración aproximada de hipoclorito de sodio de 100 a 200 ppm en una solución de agua potable para ambas frutas ya que son utilizadas para las operaciones de lavado de productos vegetales (FAO, 2003).

#### **3.3.4.4. Preparación y acondicionamiento del mosto**

Para el maracuyá, se cortaron las unidades por mitades y se extrajo con la ayuda de una cuchara el alimento. Se colocaron las semillas en una licuadora y se empezó la trituration sin moler la semilla interior del arilo para poder así extraer con mayor facilidad el zumo.

Para la papaya; se cortó por mitades con un cuchillo, se extrajo la cáscara y semillas con la ayuda del mismo, luego se cortó por trozos y se trituró en la licuadora para lograr la consistencia necesaria para el siguiente procedimiento.

Se realizaron las diluciones del zumo de fruta con agua de mesa según las relaciones propuestas para tres tratamientos diferentes, siendo estas de 1:1:1, 1:1:2 y 1:2:2 por cada una de las siguientes proporciones: Lpapaya/Lmaracuyá/Lagua (L: Litros del medio). Se analizaron los factores de concentración de azúcares, potencial de hidrógeno y acidez del medio.

Se diluyó la fruta debido a la alta acidez que presenta el maracuyá (García, 2002) y los sólidos de la pulpa de papaya (CDGA, 2012), con el fin de establecer la influencia de este parámetro en la obtención del producto.

#### **3.3.4.5. Corrección del azúcar**

Fue necesario elevar la concentración de azúcares para iniciar la fermentación, para lo cual se adicionó azúcar para corregir el mosto a 20, 25 y 30°Brix, según cada uno de los tratamientos planteados.

Coronel (2008) define la acción de adicionar azúcar para la corrección de los grados °Brix como encabezamiento ya que esta determina la cantidad final de alcohol y asegura su estabilidad al actuar como antiséptico de los vinos. Arellano (2013) menciona que saber qué cantidades de azúcares están presentes en un mosto es muy importante, ya que permite la evaluación continua del medio durante la fermentación.

La medida de los grados °Brix es una medida porcentual (López, 2007) en la que 1°Brix representa 1g azúcar/100mL. Entonces, para encontrar cuanto azúcar es necesario añadir para la corrección de los grados °Brix se relacionó con el volumen que se produjo del medio a fermentar.

A continuación se detalla la relación encontrada para la corrección de los azúcares:

$$W_a = [(\text{°Bx}_r - \text{°Bx}_0) * F] * V$$

Donde  $W_a$  representó la cantidad de azúcar a añadirse,  $\text{°Bx}_r$  fue el °Brix requerido según el planteamiento,  $\text{°Bx}_0$  fue el °Brix inicial luego de realizarse la dilución,  $F$  fue el factor porcentual de conversión del °Brix (10 g/L) y  $V$  el volumen en el que se diluyó el azúcar.

#### **3.3.4.6. Sulfitado**

Se adicionó metabisulfito de sodio 100 - 150 ppm (10 - 15 g en 100 lt) con el fin de ejercer sobre el medio una acción antimicrobiana sobre hongos, levaduras y bacterias. De esta manera se acondicionó el medio para que la levadura no tenga competencia microbiológica con otras cepas.

#### **3.3.4.7. Procedimiento de fermentación**

En esta etapa se adicionaron las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) previamente activadas, se usó como factor común una dosis de 0,5 gramos de levadura por cada litro de mosto. Se colocó en un recipiente plástico estéril con trampa de agua el medio preparado. Estos recipientes fueron sellados herméticamente y se dispuso una apertura con un caño para poder extraer muestras para análisis fisicoquímicos.

La fermentación culminó a los cuatro días de iniciada para todos los tratamientos, entonces se procedió a detener los procesos usando metabisulfito de sodio (150ppm). Se filtró el producto obtenido para separar los sólidos del medio y proseguir con la parte final del proceso.

#### **3.3.4.8. Procedimientos finales de trasiego, clarificación y envasado**

Al terminarse la fermentación se separaron las fases y luego se trasegó el producto obtenido dos veces y se envasó en botellas de vidrio de 750 ml previamente esterilizadas, para evitar oxidaciones y desarrollo de microorganismos indeseables.

Se dispuso de las etiquetas con las indicaciones necesarias para el consumidor y se guardó el producto en un lugar fresco y seco para su correcta conservación.

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

#### **3.4.1. Análisis fisicoquímicos para la materia prima**

- Determinación de °Brix: Método refractométrico (Serna y López, 2010)
- Determinación de pH: Método potenciométrico (Gonzales, 2012)
- Determinación de acidez total: Por titulación (Serna y López, 2010)

#### **3.4.2. Para el producto final**

- Determinación de °Brix: Método refractométrico (Serna y López, 2010)
- Determinación de pH: Método potenciométrico (Gonzales, 2012)
- Determinación de acidez total: Por titulación (Serna y López, 2010)
- Determinación de grado alcohólico: Método del alcoholómetro (Serna y López, 2010)
- Determinación de congéneres volátiles en el etanol: Cromatografía de gases: EC/2870/2000 – Método III (2000)
- Microbiológicos: Mohos y levaduras – Método ICMSF (2000)

##### **3.4.2.1. Análisis sensoriales**

Se efectuó la evaluación de los atributos olor, transparencia, sabor, astringencia y aceptabilidad de las muestras con los parámetros correspondientes a los aspectos visuales, olfativo, gustativo y sensaciones complementarias.

Se tomó como referencia de Montoro (2010) la escala hedónica que se aprecia en el Anexo 16 a través de la Ficha de Evaluación sensorial del Anexo 15. La descripción de cada uno de los puntajes de la evaluación se ajustará con las definiciones de las sensaciones percibidas detalladas en el Anexo 14, utilizando el término justo y preciso que responda al estímulo recibido.

### **3.5. ASPECTOS ÉTICOS**

Se contrastaron los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas con los valores límite de los parámetros de calidad establecidos en la NTP 211.009 (2012) correspondiente a los requisitos de los licores como una bebida alcohólica.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1.1. Antes de la fermentación

Se analizaron parámetros fisicoquímicos de °Brix, pH y acidez en las muestras de ambas frutas para determinar las condiciones iniciales que presentan. Estos resultados se encuentran detallados en el Cuadro 4.1.

**Cuadro 4.1. Resultados físico-químicos de las muestras.**

MUESTRA	°Brix	pH	% ACIDEZ (gr. ác. cítrico/L)	ÍNDICE DE MADUREZ
MARACUYÁ	11.5	5.16	5.312	2.14
PAPAYA	9.0	6.93	0.256	35.14

##### 4.1.1.1. En el maracuyá

Las frutas que se utilizaron para obtener el jugo de maracuyá se encontraron dentro de la categoría II según el Codex Stan 316-2014, las bayas eran de color amarillo, superficie rugosa y peso promedio de 130 gr (calibre B).

Los grados °Brix que presenta el maracuyá son bajos con respecto a lo mencionado por Zavaleta (2016) y Jiménez et al. (2014) quienes indican que los sólidos solubles en esta fruta se sitúan entre los 13-18 °Brix en el momento de su maduración.

En el caso del jugo de maracuyá, la temperatura juega un papel importante en los efectos fisicoquímicos y en los atributos sensoriales del mismo. De Lama y Tezén (2017) recomiendan que se puede almacenar a temperaturas de 7 a 9°C hasta por 21 días sin sufrir deterioro en su calidad.

Las características post cosecha en relación a los sólidos solubles según la FAO (2014) para el maracuyá debe ser mínimo 13 °Brix. En relación a esto podemos inferir que el grado de conservación ha influenciado en el promedio final de grados °Brix del jugo de maracuyá.

El potencial de hidrogeno del maracuyá se encuentra en un rango de 2,4 a 3,0 según De Lama y Tezén (2017). También De Paula et al. (2014) para pulpa de maracuyá reportan un pH de 2.51 y Jiménez et al. (2014) de  $2.85 \pm 0.02$ .

El pH según Reina et al. (1999) y Torres et al. (2013), va aumentando a medida que se acentúa el estado de madurez (EM) en las frutas, esto se pudo observar en el jugo de maracuyá extraído, ya que se encontró el valor de pH de 5.16.

El pH presenta un aumento aproximado del 15% influenciado por el aumento del EM del maracuyá según Torres et al. (2013). Dentro de sus estudios se encontraron promedios de pH desde  $2.77 \pm 0.02$  (EM 1) hasta  $3.26 \pm 0.07$  (EM 6) (véase Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2. Propiedades fisicoquímicas para diferentes estados de madurez (EM) del maracuyá.**

Fruta	EM	pH	Acidez titulable (g/100ml)	Sólidos solubles °Brix	Índice de madurez
Maracuyá variedad amarilla	1	$2.77 \pm 0.02$	$6.29 \pm 0.37$	$5.11 \pm 0.77$	$0.81 \pm 0.08$
	2	$2.86 \pm 0.04$	$6.31 \pm 0.15$	$7.22 \pm 0.84$	$1.14 \pm 0.11$
	3	$2.95 \pm 0.05$	$6.01 \pm 0.07$	$9.11 \pm 1.02$	$1.52 \pm 0.17$
	4	$3.11 \pm 0.03$	$5.64 \pm 0.07$	$10.44 \pm 1.02$	$1.85 \pm 0.16$
	5	$3.16 \pm 0.01$	$5.42 \pm 0.19$	$15.33 \pm 0.67$	$2.83 \pm 0.11$
	6	$3.26 \pm 0.07$	$4.79 \pm 0.21$	$15.56 \pm 1.02$	$3.25 \pm 0.33$

Fuente: Torres et al. (2013)

Para la acidez de la muestra de maracuyá, esta se encontró en 5.312 gr ác. cítrico/L, valor que corresponde al encontrado por Torres et al. (2013) para un estado de madurez en grado 5 ( $5.42 \pm 0.19$ ), según su artículo en el maracuyá un incremento en el índice de madurez se refleja en la disminución de la acidez titulable.

Los parámetros fisicoquímicos en la muestra de jugo de maracuyá obtenido demuestran que esta se encuentra en un estado de maduración avanzada, en la que la producción de etileno ha afectado sus propiedades de manera que ha incrementado el pH, y ha disminuido el °Brix y la acidez titulable.



Según Amaya (2009) al empezar la senescencia del fruto del maracuyá, que se da luego de 20 días de alcanzar su madurez comercial, este empieza a disminuir en peso, acidez y azúcares totales. Además en el fruto, al ser de difícil conservación, puede marchitarse la cáscara en pocos días.

Para poder preservar por más tiempo las frutas estas deben someterse a procesos que aseguren dicho fin, para esto la FAO (2000) recomienda que el maracuyá al ser una fruta climatérica y tener una producción mayor a 100 ml/kg/h a 20°C de etileno esta debe ser almacenada a una temperatura de 7 a 10°C y humedad relativa de 85-90% para conservarse hasta por cinco semanas.

Se recomienda también que en el momento de la cosecha se deba proteger al fruto de la radiación solar y el movimiento del aire ya que según Amaya (2009) estos factores promueven el arrugamiento de la cáscara. Asimismo deben cortarse con el 2 cm de pecíolo para evitar deshidratación y contaminación por hongos.

Para mercados internacionales, los cuidados son más estrictos, según el GRA-RLL (2009) se emplean cajas de cartón corrugado, con hoyos de respiración, cerradas con pestañas laterales y papel de seda para relleno de protección, aunque el costo final del maracuyá también se eleva.

Por lo general, las frutas comercializadas en los mercados mayoristas, que es de donde se tomaron las frutas, son expuestas en sacos, sin considerar que esto puede ocasionar la pérdida del pecíolo de la fruta, además pueden ser colocados en el exterior del local comercial con el fin de mostrar la fruta sin considerar las condiciones climatéricas.

Las condiciones presentadas por el maracuyá no la limitan ni la hacen poco viable en el momento de poder ingresar al proceso fermentativo, ya que si bien la madurez es alta, aún conserva todas las aptitudes para la elaboración del licor, siendo los °Brix y la acidez las más determinantes.

#### **4.1.1.2. En la papaya**

Las frutas que se utilizaron para extraer la muestra de jugo de papaya se encontraron en estado de maduración óptima, color anaranjado, consistencia firme y forma ovoide-oblonga. En el exterior presentaban magulladuras mecánicas, de calibre J, categoría II según la categorización de la FAO (2007).

El jugo de papaya extraído presentó en promedio 9.0 °Brix según el Cuadro 4.1, valor por debajo de los 10 a 13 °Brix que reporta FAO (2000) para las papayas en estado de madurez. CENTA (2010) también la ubica dentro de estos valores para cinco diferentes variedades de papaya.

Sin embargo, Paltrinieri y Figuerola (1997) encontraron que este índice se encontraba entre 9 a 10,5 °Brix. El estado de conservación ha jugado un papel importante en el jugo de la papaya, ya que este alimento al ser climatérico (FAO, 2000) es propenso a seguir con los procesos de maduración, lo que determina que los sólidos solubles disminuyan con el transcurso del tiempo.

El potencial de hidrógeno de la papaya según Oré (2007) se encuentra en 5.25, valor por debajo del promedio de la muestra que entrará en el proceso de fermentación que se encuentra en 6.93, aunque Lobo (1995) indica que este valor está en 6,41.

También Sañudo et al. (2008) tiene valores similares para papaya al reportar 5.35 a 5.50 en su estudio sobre el control de la maduración de frutos de papaya usando inhibidor de etileno (1-MCP) y etefón (ACF). Esto nos confirma que el estado fisicoquímico de la papaya se encontraba en madurez avanzada.

Para el caso de la acidez, Lobo (1995) indica que la acidez titulable de la papaya aumenta a medida que el fruto madura a 24°C pero una vez alcanzada, empezará su disminución. El valor de la acidez de la papaya en el estado de madurez encontrado fue de 0.256 gr ác. cítrico/L.

Aun así, el contenido de ácidos orgánicos de la papaya madura es más bajo que el de otras frutas y esto contribuye a su agradable sabor dulce. Además, sitúa la acidez de esta en 0.10 g ácido cítrico/100 g de producto, valores similares a los encontrados por Sañudo et al (2008).

Gonzales (2012) indica, citando a Bourdon (1963), que otras frutas distintas a la uva destinadas a la elaboración de vino deben haber alcanzado el mayor grado de madurez, para obtener rendimientos adecuados, siempre y cuando aquellas frutas estén sanas.

Dentro de las operaciones post cosecha para que la papaya conserve su calidad FAO (2000) recomienda dejar de 5 a 10 mm de pedúnculo y colocarlo en cajas acolchadas de madera o plástico.

Según la FAO (2000) los golpes, magulladuras, abrasiones y cortes son daños que incrementan el ritmo de maduración del producto cosechado. Tomando en cuenta además que la cáscara de la papaya es delgada y el interior es blando, esta fruta debe manejarse con sumo cuidado.

El buen manejo de los frutos de papaya cosechados debe reflejarse directamente en la apariencia de esta, ya que el índice de madurez considerado para la cosecha de estas es en función del color de la cáscara.

Del mismo modo que con el maracuyá, la papaya se expide comercialmente en los mercados de abastos de forma poco cuidadosa, siendo estas colocadas una sobre otra en el suelo o encima de tablas de madera.

Aunque así, la pulpa de esta fruta es apta para ser procesada industrialmente luego de pasar por procesos selección y desinfección adecuados para garantizar la inocuidad de los productos. En términos de viabilidad para ser parte del proceso, se encuentra dentro del valor cercano de acidez en el cual se logran las funciones básicas de las levaduras.

#### **4.1.2. De los tratamientos**

Se procedió a elaborar cada uno de los tratamientos a partir de las muestras obtenidas, para esto se formuló de acuerdo a los factores, niveles y repeticiones mencionadas en el Cuadro 3.2.

Se muestran en el Cuadro 4.3 las formulaciones de cada uno de los tratamientos y los parámetros de °Brix, pH y acidez con los cuales iniciaron la fermentación.

**Cuadro 4.3. Formulaciones experimentales de tratamientos**

Tratamiento	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>33</sub>
Parámetro									
% de dilución	33.3%	33.3%	33.3%	25%	25%	25%	20%	20%	20%
(papaya/	33.3%	33.3%	33.3%	25%	25%	25%	40%	40%	40%
maracuyá/agua)	33.3%	33.3%	33.3%	50%	50%	50%	40%	40%	40%
°Brix inicial	20	25	30	20	25	30	20	25	30
	20	25	30	20	25	30	20	25	30
pH inicial	5.10	5.19	5.36	5.16	5.26	5.28	5.12	5.21	5.32
	5.11	5.20	5.28	5.15	5.24	5.32	5.14	5.18	5.35
%Acidez total									
inicial (gr ác.	2.816	2.496	2.688	1.792	1.472	1.152	2.5088	2.2656	2.2400
cítrico/100ml)	2.688	2.560	2.496	1.664	1.408	1.088	2.4076	2.1326	2.2445

Montoya et al. (2005) estudiaron la elaboración de un licor de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) con diferentes porcentajes de participación de pulpa en sus tratamientos, teniendo esta variable un efecto significativo sobre el porcentaje final de producción de alcohol.

Gonzales (2012) también trabajó con diluciones de la fruta en las muestras experimentales de una bebida alcohólica a partir de grosella blanca (*Phyllanthus acidus*). Esto debido a que la acidez de la mayoría de frutas es más elevada en relación al de las uvas, y los contenidos de azúcar más bajos que en comparación con la misma fruta.

En comparación de los jugos de fruta usados en las investigaciones anteriores, la papaya y maracuyá en el momento de mezclarse y diluirse tienen un contenido de azúcar muy bajo (5.5, 7 y 7.5 °Brix) en relación a la uva que según Almanza (2011) es de 22°Brix. Por esto se corrigió el °Brix inicial del medio en los diferentes tratamientos correspondientes a este factor.

En relación al pH, el más adecuado para la elaboración de licores según Montoya et al. (2005) está entre 3 y 4, que es propicio para el desarrollo de las levaduras. Pero según Gonzales (2012) este valor se ajusta aún más entre 3,1 a 3,6 para impedir la multiplicación de bacterias no deseadas.

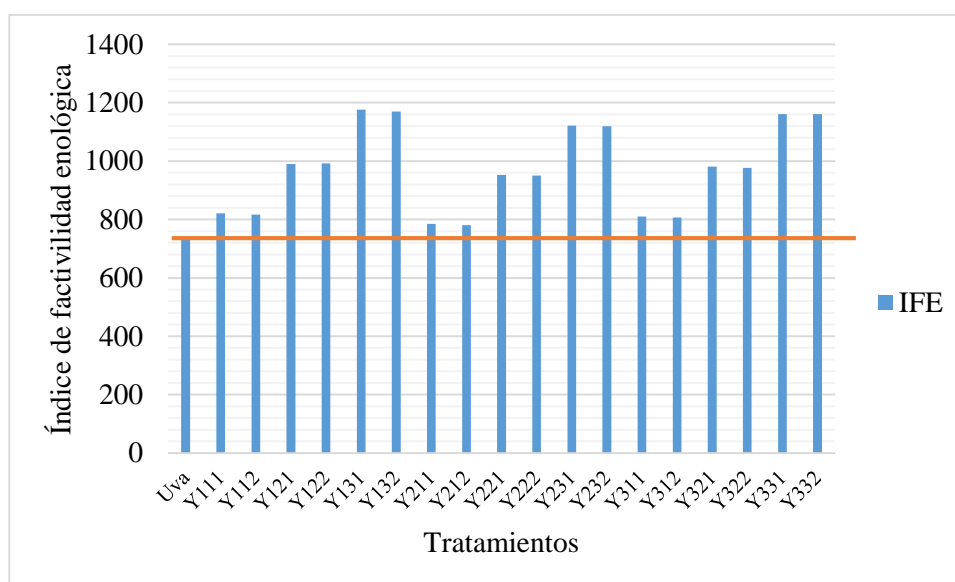
Álvarez (2006) indica que el pH óptimo de la fermentación de etanol va entre 5 a 7. Por lo cual los valores de pH inicial de los tratamientos se encuentran por dentro de los valores teóricos, además según Fula (2010) en este rango también existe crecimiento de levaduras.

El valor promedio de la acidez total inicial del mosto en experimentación se encontró cercano en relación a la misma comparación con la uva en el momento de cosecha que presenta un porcentaje de  $1,09 \pm 0,06\%$  (Almanza, 2011).

El valor de la acidez total en la segunda dilución (1:1:2) se acerca a este porcentaje, pero va ascendiendo para los otros dos niveles de dilución (1:1:1 y 1:2:2). El elevado porcentaje de acidez se debe en mayor parte al maracuyá, que tiene mayor concentración en estos dos niveles, además provenía de un porcentaje mayor de 5.312.

La acidez según López (2017) afecta la estabilidad de un vino, su dinámica microbiológica, su sabor y color, esto hace a esta medida tan importante en la producción y calidad de los vinos.

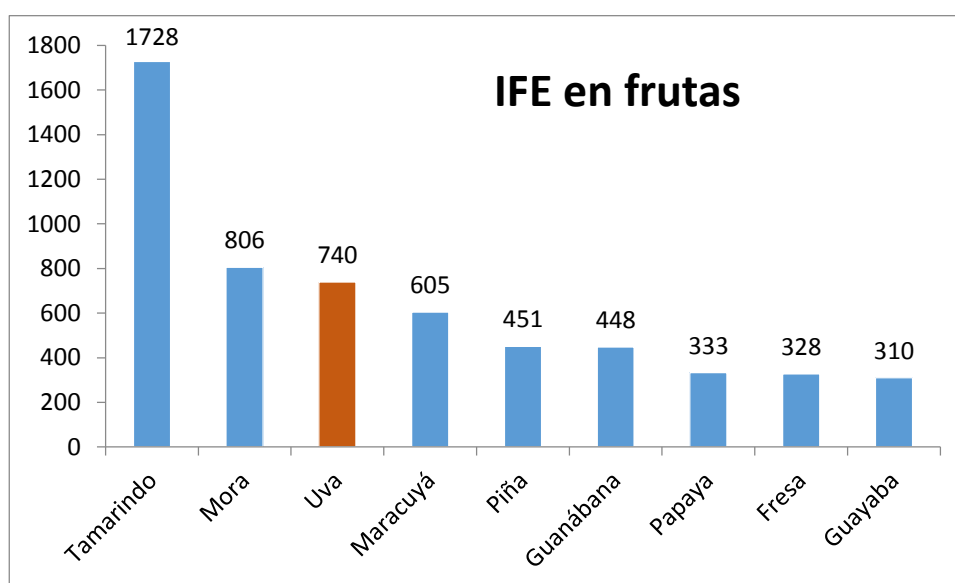
Para todos los tratamientos el estado final del mosto fermentable quedó por encima del promedio IFE en el que se logra que el medio inicie la fermentación exitosamente, esto se puede observar en la figura 4.1.



**Figura 4.1. Índice de factibilidad enológica en los tratamientos al momento de iniciar la fermentación**

En comparación con la uva, que tiene IFE de 740 (Coronel, 2008), al inicio de la fermentación todos los tratamientos contaban con las condiciones óptimas para el inicio de los procesos, esto se visualiza al trazar una línea a la altura del valor IFE 740.

Los valores cercanos a este índice en la frutas depende de la compensación que aporte cada uno de los factores. Coronel (2008) cita el ejemplo de la mora (que tiene contenido de azúcar idóneo pero es demasiado ácida) de IFE 806 y la guayaba (que es adecuada en acidez pero deficiente en azúcar) de IFE 310, ambas frutas pueden adecuarse ya que sus valores IFE no son los ideales.



**Figura 4.2. Valores IFE de diferentes frutas en relación a la uva.**

Como se puede observar en la figura 4.2, el maracuyá y la papaya están lejos de estar en el indicado para fermentación enológica, al igual que la piña, guanábana y fresa. El tamarindo y la mora se colocan por encima de este valor, pero esto no revela idoneidad, pues su concentración de azúcar disminuye al ser diluida.

Con la papaya y el maracuyá en conjunto, se diluyó en las proporciones propuestas y se logró encontrar la acidez necesaria para ajustar la cantidad de azúcares de manera que se obtuvieran las condiciones adecuadas.

### 4.1.3. Durante el proceso de fermentación

Se inoculó levadura de panificación *Saccharomyces cerevisiae* al medio para que se inicie la fermentación del mosto preparado. Antes de esto se procedió a adicionar metabisulfito de sodio (10-15 g en 100 lt) para eliminar la competencia de crecimiento de otras cepas en el medio.

En el Cuadro 4.4 se muestran los valores obtenidos al final del proceso fermentativo en los tratamientos, tales como el tiempo, sólidos solubles (°Brix), pH, acidez (g ác. cítrico/100ml) y grado alcohólico.

**Cuadro 4.4. Respuestas experimentales de las observaciones al finalizar la fermentación.**

Tratamientos Parámetros	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>33</sub>
Tiempo (en días)	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4	4	4	4	4	4	4	4	4
°Brix final	6.5	10.5	17.5	6.5	12.1	18.8	6.5	10.2	18
	6.5	11.0	18.0	6.5	12.0	19.0	6.5	10	18
pH final	2.10	2.0	1.9	1.45	1.40	1.45	5.44	5.35	5.17
	2.15	2.0	1.8	1.50	1.35	1.50	5.42	5.33	5.17
%Acidez total final	1.344	1.280	1.216	0.928	0.896	0.928	1.2608	1.1840	1.1264
	1.376	1.281	1.152	0.960	0.864	0.960	1.2736	1.1904	1.1328
Grado alcohólico final (°GL)	49.0	51.0	52.5	49.5	53.5	56.0	48.0	53.0	57.0
	50.0	51.5	54.0	49.0	53.0	58.0	48.5	52.5	57.0

#### 4.1.3.1. El tiempo

Páramo y Peck (2006) estudiaron tiempo necesario para la fermentación completa de los mostos de diferentes tipos de fruta, dentro del cual la papaya mostró mayor cantidad de días (alrededor de 35-45 días), esto debido a que la relación azúcar-acidez (Az/Ac) se alejaba de los parámetros recomendados en los tratamientos estudiados, diferente a las frutas más cítricas que presentaron un tiempo menor.

Coronel (2008) concluye que las condiciones iniciales del mosto definen el tiempo probable de fermentación. Entonces al ajustar los parámetros más influyentes en los tratamientos se aceleró la fermentación final en cada una de las muestras de los tratamientos.

La fermentación de los mostos hasta que se detuvo el proceso fue de 4 días para todos los tratamientos. Según López (2007) el transcurso de tiempo necesario para este proceso fermentativo es variable y puede darse terminado en 4 a 7 días, o bien puede durar hasta dos semanas.

Para Badui (2013) esta etapa puede durar desde 20 horas a 3 días a una temperatura óptima de 35°C y, además de coincidir con Coronel (2008), argumenta que también la temperatura y condiciones de operación definen la velocidad de fermentación.

La mayoría de cepas de *S. cerevisiae* son glucofílicas según Blanco (2016), esto las hace preferir a la glucosa como sustrato para su crecimiento, lo cual deriva en un aumento de la velocidad de reproducción y por consiguiente en una reducción del tiempo necesario para la fermentación.

#### **4.1.3.2. °Brix**

Se observó un decrecimiento exponencial en la concentración de azúcares para todos los tratamientos en los días de fermentación. En la figura 4.3 se muestra gráficamente la disminución de sólidos solubles totales en cada tratamiento.

Esta disminución corresponde a la cinética de crecimiento de la levadura *S. cerevisiae* que consume los azúcares al momento de desarrollarse en el medio (Santos, 2013).

Al momento de corregir los grados °Brix del medio, se agregó determinadas cantidades de azúcar, que según Badui (2013) al ser hidrolizada por el agua produce cantidades equimolares de glucosa y fructosa.

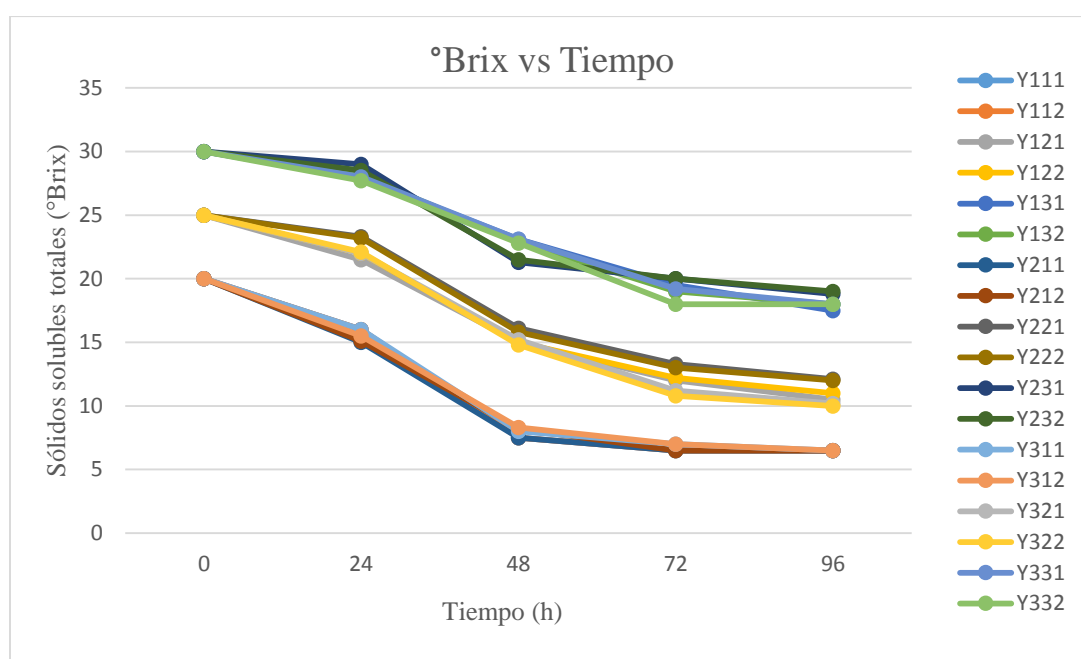
El proceso según explica Badui (2013) se produce con la ruptura del enlace acetal, añadiendo una molécula de hidrógeno del agua a la fructosa y una de oxígeno a la glucosa.



Este azúcar invertido, procedente de la hidrólisis de la sacarosa adicionada, fue aprovechada por el metabolismo de la levadura inoculada, que según Badui (2013) produce extracelularmente invertasa ( $\beta$ -fructofuranosidasa), que es una enzima que separa la sacarosa en sus dos monómeros constituyentes (glucosa y fructosa).

En la uva la glucosa presente constituye el 95% de los azúcares totales según Badui (2013), es por esta composición que naturalmente tiene mayor aptitud para el proceso fermentativo.

Esta curva (Figura 4.3) se corresponde con el perfil de consumo de sustrato en la fermentación alcohólica en batch definida por Villadsen et al. (2011) citados por Blanco (2016).



**Figura 4.3. Disminución en la concentración de sólidos solubles durante el tiempo de fermentación de los tratamientos.**

Las primeras 24 horas en la fermentación de un mosto corresponden a la fase de adaptación, latencia o fase lag del crecimiento celular de una levadura. Según Blanco (2016) este tiempo es de adaptación al medio antes de iniciar el ciclo celular, luego comienza el crecimiento exponencialmente.

En todos los tratamientos se observó esta fase de latencia, ya que en las primeras 24 horas el consumo de azúcares fue mínimo, se observó el mayor consumo luego de 48 horas de iniciado el proceso de fermentación.

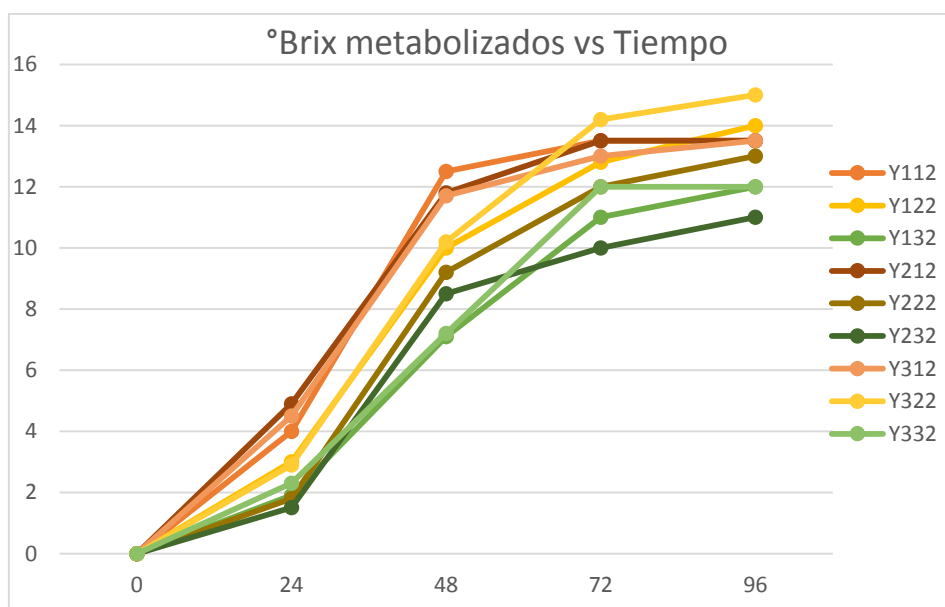
Santos (2013) encontró la velocidad en que se producía el decremento de la concentración de sólidos solubles totales, que realizaba la levadura *S. cerevisiae*, en función del tiempo que le tomaba concluir la fermentación en un caldo papa-dextrosa.

El comportamiento de la levadura fue de  $-0.6 \pm 0.001$  °Brix\* $h^{-1}$  entre las 12 y 44 horas de iniciada la fermentación. Dentro de las primeras 24 horas la metabolización por parte de la levadura fue alrededor de 14.4 °Brix en su estudio, habiendo iniciado con 26 °Brix.

En base a esta relación se encontró la velocidad de consumo de azúcares en el medio preparado para la levadura con la papaya y el maracuyá. Se encontró que para los tratamientos a 20 °Brix (dilución 1:1:2) la levadura presento mayor velocidad a las 24 h de  $-0.21 \pm 0.003$  °Brix\* $h^{-1}$ .

La disminución a las 24 horas, para los tratamientos a 25 °Brix, presentaron una reducción máxima de  $-0.14 \pm 0.015$  °Brix\* $h^{-1}$  (dilución 1:1:1). Luego solo empezó a disminuir esta para la mayoría de los casos, excepto el tratamiento con dilución 1:1:2 que incrementó su velocidad a  $-0.15 \pm 0.003$  °Brix\* $h^{-1}$ .

Se puede observar en el Anexo 05 la variación de esta disminución en todos los tratamientos, siendo la muestra Y<sub>322</sub> (Dilución 1:2:2 y 25 °Brix) la que más disminución presentó (15 °Brix menos), esto se puede observar gráficamente en la Figura 4.4.



**Figura 4.4. Tratamientos con disminución de °Brix**

Si bien el tratamiento Y<sub>32</sub> presenta mayor consumo de sustrato, en comparación de consumo azúcares en el tiempo, según puede verse en el Cuadro 4.5, no es mayor la velocidad de agotamiento de azúcares en relación a los demás tratamientos. Los valores presentados son el promedio de las repeticiones realizadas para cada tratamiento y la desviación estándar de las observaciones.

**Cuadro 4.5. Velocidad de decremento en los tratamientos**

Tratamiento	Velocidad de decremento (°Brix*h <sup>-1</sup> )			
	24	48	72	96
Y <sub>11</sub>	-0.17 ± 0.000	-0.35 ± 0.000	-0.04 ± 0.000	0
Y <sub>12</sub>	-0.14 ± 0.015	-0.28 ± 0.015	-0.12 ± 0.006	-0.06 ± 0.009
Y <sub>13</sub>	-0.08 ± 0.006	-0.21 ± 0.012	-0.16 ± 0.009	-0.06 ± 0.029
Y <sub>21</sub>	-0.21 ± 0.003	-0.30 ± 0.018	-0.06 ± 0.021	0
Y <sub>22</sub>	-0.07 ± 0.003	-0.30 ± 0.006	-0.12 ± 0.000	-0.05 ± 0.006
Y <sub>23</sub>	-0.05 ± 0.015	-0.31 ± 0.021	-0.06 ± 0.006	-0.05 ± 0.006
Y <sub>31</sub>	-0.18 ± 0.015	-0.32 ± 0.024	-0.05 ± 0.009	-0.02 ± 0.000
Y <sub>32</sub>	-0.12 ± 0.003	-0.29 ± 0.015	-0.17 ± 0.000	-0.04 ± 0.006
Y <sub>33</sub>	-0.09 ± 0.009	-0.20 ± 0.000	-0.18 ± 0.027	-0.03 ± 0.035

En los tratamientos a 30 °Brix, la velocidad máxima de  $-0.09 \pm 0.009$  °Brix\*h<sup>-1</sup> la registra la dilución 1:2:2, pero esta no es muy diferente a la dilución 1:1:1 de  $-0.08 \pm 0.006$  °Brix h<sup>-1</sup>. La dilución 1:1:2 presenta la velocidad más baja, siendo esta de  $-0.05 \pm 0.015$  °Brix h<sup>-1</sup>.

Estas relaciones nos indican que las levaduras se adecuaron de forma distinta en las diferentes disposiciones del sustrato en el que fueron inoculadas, ya que se adaptaron más rápido concentraciones más bajas de °Brix que a concentraciones elevadas.

Para Santos (2013) la fase de latencia terminó antes de las 24 horas y luego de esto comenzó la fase estacionaria y decreciente, pero tanto en su estudio como este, los tratamientos con mayor cantidad de azúcares presentaron menor consumo de los mismos en las distintas fases.

La *S. cerevisiae* posee un metabolismo que le permite sobrevivir a altas concentraciones de azúcares según Blanco (2016), pero en concentraciones superiores a 25% m/v presenta condiciones de estrés en la fermentación alcohólica.

Según Badui (2013) el exceso de sustrato favorece el funcionamiento de las enzimas, ya que se produce el encuentro enzima-sustrato con mayor frecuencia y de esta manera mayor cantidad de enzimas se encuentran activas.

Aun así se debe cuidar que las concentraciones de sustrato no excedan a los umbrales en los que las enzimas de las levaduras actúan. Fennema (2000) indica que, al existir un exceso de sustrato las moléculas se unen a lugares distintos al centro activo de las enzimas, por consecuencia éstas no son transformadas en producto y entonces disminuye la capacidad catalítica de la enzima.

Para cuando se completaron las 48 horas de fermentación, la velocidad aumentó en todos los tratamientos, notándose velocidades más altas a 20°Brix, aunque se observó la misma velocidad en los tres tratamientos de la dilución 2 (1:1:2).

Pero ya a las 72 horas empezó la etapa de decrecimiento, aquí todos los tratamientos mostraron menor consumo de sustrato, fueron los tratamientos a 30 °Brix los que aún seguían fermentando sustrato, a diferencia de los tratamientos a 20 °Brix que exhibieron poco consumo.

Finalmente al cuarto día la reducción era mínima o nula en todos los tratamientos. Definitivamente las muestras a 20 °Brix ya no presentaban reducción de sustrato y los demás tratamientos solo realizaban consumos de un máximo de  $0.06 \pm 0.029$  °Brix\*h<sup>-1</sup>.

Las levaduras se encontraron con un medio reducido a 6.5 °Brix en tres de los tratamientos, haciendo que la baja concentración de sustrato y el etanol producido redujera su actividad enzimática, provocando la muerte de estas.

Para el factor Dilución, se encontró que para los distintos niveles existe una diferencia leve en la cantidad fermentada de azúcares. Gonzales (2012) encontró que los tratamientos cuya dilución fue menor presentaron mayor consumo de sólidos solubles, a diferencia de los que tenían una dilución mayor de la fruta.

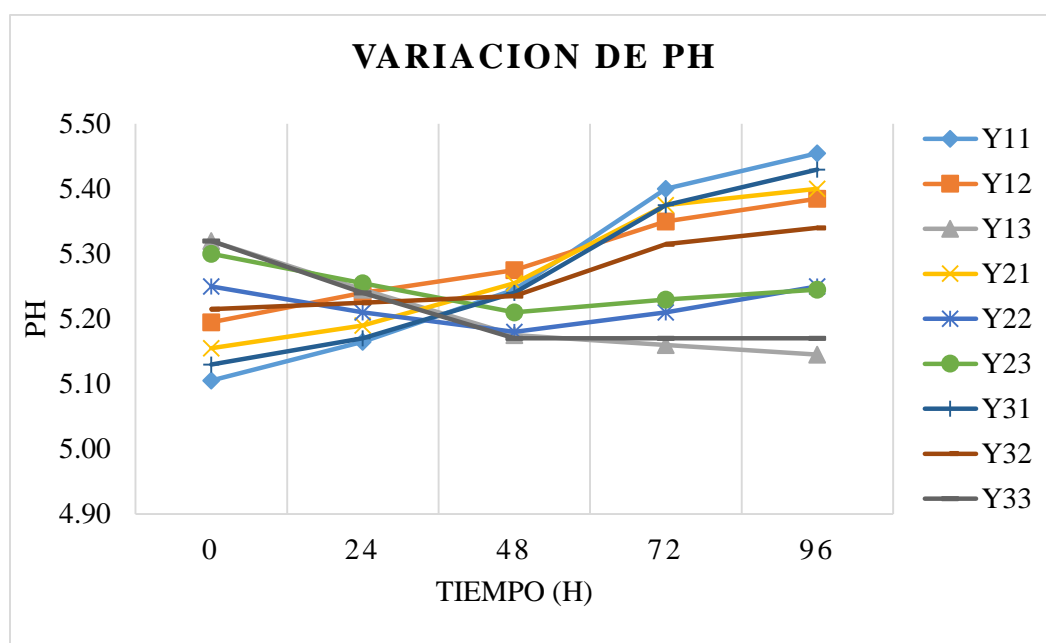
Para el factor estudiado, la dilución de la fruta con mayor participación de maracuyá, aunque en menor participación de papaya, se ubica en los tratamientos Y<sub>311</sub> para adelante (Cuadro 4.3), y justamente es en este nivel donde hubo mayor fermentación de azúcares.

La velocidad de fermentación de azúcares es diferente para todos los tratamientos estudiados, esto dependió principalmente por la concentración inicial en la que empezó a fermentar el medio.

Se observó que a mayores concentraciones la levadura se adaptó con mayor lentitud, pero aun presentaba actividad cuando los demás tratamientos ya habían cesado la fermentación. El sustrato del medio en el que se desarrolló la levadura fue vital para que el proceso no se detuviera, y de esta manera se generaran los productos deseados.

#### 4.1.3.3. pH

Para la variable pH en los tratamientos se observó que a lo largo del tiempo de fermentación existió un descenso en unos (Y<sub>13</sub>, Y<sub>23</sub>, Y<sub>33</sub>) y aumento en otros (Y<sub>11</sub>, Y<sub>12</sub>, Y<sub>21</sub>, Y<sub>22</sub>, Y<sub>31</sub>, Y<sub>32</sub>). Este comportamiento se grafica en el Figura 4.4.



**Figura 4.5. Variación de pH en relación al tiempo de fermentación de los tratamientos**

El descenso del pH durante la fermentación se debe a la formación de diversos ácidos orgánicos producidos por la actividad metabólica de las levaduras a través del ciclo de Krebs o de los ácidos tricarboxílicos (Santos, 2013).

Este efecto se observa para la totalidad de los tratamientos de factor de sólidos solubles iniciales a 30 °Brix. No así para los de menores concentraciones en la que se observa una tendencia al crecimiento.

Gonzales (2012) explica que durante la fermentación alcohólica los sólidos se están extrayendo de forma continua al estar en contacto con el mosto que está fermentando, dando lugar a una subida de pH debido a los componentes alcalinos.

El pH afecta los mecanismos de ingestión de sustratos, facilitando el transporte de sustancias mediante difusión pasiva sin gasto de energía o inactivando las enzimas externas haciendo que el sustrato no se degrade, causando la muerte celular y deteniendo de esta manera el proceso de fermentación (Blanco, 2016).

Según explica Badui (2013), el efecto que causa el pH en las enzimas es que modifica la estructura tridimensional de estas proteínas, esto a su vez causa que la afinidad que tiene para conectar su núcleo activo con el sustrato se modifique. Las enzimas son estructuralmente globulares y de alta especificidad, depende en gran medida de la disposición de los aminoácidos en el sitio catalítico.

Según la ruta metabólica que Blanco (2016) toma de Nelson y Cox (2004) dentro del proceso en el interior de la célula de la levadura se realizan alrededor de 12 reacciones distintas llevadas a cabo por 12 distintas enzimas, y todas estas deben tener las condiciones óptimas para que actúen en cada etapa.

Acosta (2012) afirma que las levaduras se adecuan fácilmente a un ambiente ligeramente más ácido de entre 4.0 a 5.0, a diferencia de las bacterias que se desarrollan en un rango de 6.5 a 7.5 de pH. Fue en esta condición inicial de pH en que la levadura se encontró en el momento de ser inoculada.

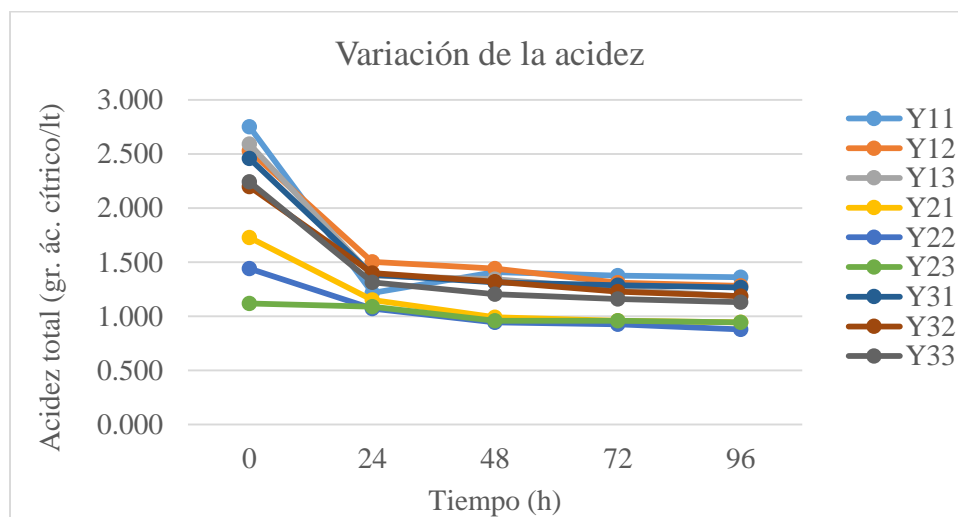
Según Fennema (2000) cuando se produce una variación de 1 ó 2 unidades del valor del pH óptimo entonces se reduce 0,5 ó 0,1 veces respectivamente la velocidad de reacción de la enzima.

Nótese que la variación del valor del pH del medio es mínima, no es más de 0.35 puntos para el mayor aumento (del tratamiento Y<sub>11</sub>) ni más de -0.18 para cuando este valor se reduce en el tratamiento Y<sub>13</sub>.

La levadura obtuvo sustrato suficiente, al ajustarse los grados °Brix, que sumado a las buenas condiciones de pH hicieron que se desarrollara con facilidad y se obtuvieran los resultados esperados.

#### 4.1.3.4. Acidez

Para todos los tratamientos se observó una curva descendente con el transcurso de los días en fermentación del mosto. Esto se puede apreciar en la Figura 4.5 que se muestra a continuación.



**Figura 4.6. Variación de acidez en relación al tiempo de fermentación de tratamientos.**

Se observa una mayor acidez en los tratamientos en donde el porcentaje de participación del maracuyá es más alto (Y<sub>11</sub>, Y<sub>12</sub>, Y<sub>13</sub>, Y<sub>31</sub>, Y<sub>32</sub>, Y<sub>33</sub>), a diferencia de los tratamientos en los que se ha usado menos de la muestra de esta.

La acidez del maracuyá (Cuadro 4.1), al momento de extraerse el jugo para los tratamientos, se encontraba demasiado elevada para la fermentación y para el rango en el que la levadura se reproduce, la caída del valor de la acidez favoreció el crecimiento de la cepa fermentadora y además aceleró los procesos fermentativos.

García y Xirau (2005) indican que la acidez total de un vino es más baja que la del mosto del que procede. La precipitación de estos ácidos es provocada por la disminución de la solubilidad al aumentar el porcentaje de alcohol y disminuir la temperatura (estabilización por frío).

El tratamiento que mayor disminución de acidez presentó corresponde a la muestra Y<sub>22</sub> (0.880 g ác. cítrico/lit), y la que menos mostró al término de la fermentación fue la Y<sub>11</sub> (1.360 g ác. cítrico/lit). Esta variación se dio con mayor acentuación en las primeras 24 horas de iniciarse el proceso.

Según Badui (2013) se logra la reducción de pH al adicionar ácidos al medio, el efecto contrario se observa en la mayoría de los tratamientos, en los que la disminución de acidez favorece el aumento del pH.

En la medida en que se encuentren los ácidos en el medio estos afectarán el funcionamiento celular, ya que este último se mantiene por el bombeo constante de protones de la célula.

La acidez en general es importante según Gonzales (2012) por las características de sabor que imparte, pero es más significativa por las condiciones que puede establecer para el crecimiento de la levadura y por tanto una buena fermentación, ya que las levaduras desarrollan procesos metabólicos que afectan la acidez.

La acidez del medio que se está fermentando es determinante para las funciones básicas de las levaduras, Coronel (2008) indica que estas muestran su mayor crecimiento cuando posee un valor cercano al 0.55%.

El ácido cítrico según García (1990) es un producto que se añade a los vinos para aumentar la acidez y para complementar el hierro presente, evitando con ello posibles enturbiamientos. En el caso de los zumos de frutas utilizados este ácido es un componente natural del medio, por lo que regular la acidez no fue necesario.

Según Gonzales (2012) las cantidades de ácido cítrico que se encuentran al finalizar la fermentación del medio son las que dan origen al carácter fresco y frutal del vino. Otra de las propiedades que describe es que este ácido puede mejorar la estabilidad del producto.

#### **4.1.4. Durante los trasiegos y clarificado**

##### **4.1.4.1. °Brix**

Se observó una leve disminución en los valores finales, luego de dos trasiegos la concentración de azúcares se redujo en menos de 1 °Brix. Esto se puede deber a una pequeña presencia de levaduras en el mosto según Gonzales (2012).

Esto se puede apreciar en el Anexo 08, y en la gráfica del Anexo 18. Los tratamientos Y<sub>21</sub>, Y<sub>31</sub> y Y<sub>32</sub> no presentan mayor variación durante el transcurso de los días donde se efectuaron los trasiegos.



#### 4.1.4.2. pH

Las muestras presentaron estabilidad en el transcurso de los días posteriores a la fermentación (Anexo 08) y en general no hubo aumento en todos los tratamientos, por el contrario, o se mantuvieron los valores ( $Y_{31}$ ,  $Y_{32}$ ,  $Y_{33}$ ) o disminuyeron ( $Y_{11}$ ,  $Y_{12}$ ,  $Y_{13}$ ,  $Y_{21}$ ,  $Y_{22}$ ,  $Y_{23}$ ), estos últimos por hasta un máximo de 0.04 puntos en la valoración.

En el Anexo 18 se muestran las variaciones del pH mientras transcurre el tiempo durante los trasiegos de todos los tratamientos. Se observa que los tratamientos que variaron ligeramente en acidez también lo hicieron en el anterior análisis de variación en °Brix.

Al encontrarse en un pH óptimo para la fermentación (Álvarez, 2006) en el medio, y al producirse el consumo de azúcares, el pH disminuye por la producción de glicerol y ácidos orgánicos (Galvis, 2009).

Galvis (2009) y Oberoi et al (2011) encontraron que la mayor productividad volumétrica de etanol se obtiene a pH 5 dentro de las primeras 24 horas de iniciada la fermentación.

#### 4.1.4.3. Acidez

Los resultados de la variación se presentan en los Anexos 09 y 19, en los que se observa que la variación de la acidez en cada tratamiento es mínima (máximo de 0.065 gr ác. cítrico/L). Según De Paula et al. (2007) la presencia de otros cultivos dentro del medio de fermentación tales como el *L. fermentum* y *B. subtilis* elevan la acidez y reducen la viabilidad de la *S. cerevisiae* para la fermentación.

Al final de la fermentación, al producirse etanol como resultado de la acción de las levaduras en los azúcares este diluye los ácidos orgánicos, en específico el ácido cítrico disminuye en concentración al elevarse la concentración de etanol en el medio, deduciéndose esto en una disminución ligera de acidez.

#### **4.1.5. Rendimientos**

##### **4.1.5.1. En la materia prima**

Zavaleta (2016) menciona que el maracuyá tiene un rendimiento de jugo del 36% de su masa total, la FAO (2014) estima que el jugo del fruto puede alcanzar el 40% del peso de la fruta. Sin embargo, en rendimientos de jugos de maracuyá el porcentaje es de 58% según lo planteado por Paltrinieri y Figuerola (1997).

En las pulpas de las frutas de maracuyá que entraron en el proceso de fermentación, se determinó el rendimiento al empezar los procesos de separación de las cascaras, pepas y arilos. Se encontró con un peso final de pulpa de 19.5 Kg, que representa el 40.04% del total.

Este porcentaje se corresponde con lo mencionado por la FAO, pero puede ser superior si la extracción del jugo de las pepas se realizara con equipos más sofisticados y apropiados para la tarea, ya que en los desechos de arilos y pepas se retiene aún un poco de contenido del jugo.

Desde que la fruta se encuentra aún en la planta, según Reina et al. (1999) el peso y volumen del jugo del maracuyá aumentará mientras más elevada sea la humedad relativa del ambiente en que se encuentra. Aunque en la pérdida de peso del jugo del fruto en la post cosecha también intervienen la humedad relativa, temperatura y el movimiento del aire.

Vinicio et al. (1991) observaron en el maracuyá que existía mayor pérdida de peso en frutos conservados a condiciones ambiente. En su estudio se propuso un empaque sin perforaciones para evitar la merma de agua por transpiración de los frutos del maracuyá.

Paltrinieri y Figuerola (1997) mencionan que el rendimiento de la papaya sin cáscaras y semillas es del 61%. Oré (2007) establece el mismo valor en la papaya criolla para industrialización.

En el proceso de obtención de pulpa de la papaya se encontró que el rendimiento de la misma fue de 82.79%, que es un valor superior a lo indicado por los autores de las citas anteriores.

La respiración es un proceso natural en todas las frutas, que trae consigo consecuencias de pérdida de peso y liberación de calor. La papaya según FAO (2000) es una fruta que tiene ritmo respiratorio bajo, esto es un factor muy importante pues se relaciona con los rendimientos de la pulpa en los procesos industriales.

El rendimiento de pulpa de la papaya es elevado, no hubieron demasiados desperdicios ya que la mayor parte de la fruta es apta para ingresar en la fermentación. Aunque su estado inicial fuera de madurez elevada esta no ha perdido demasiado peso.

#### **4.1.5.2. En el producto final**

Los rendimientos de los tratamientos que pasaron por el proceso de fermentación se muestran en el Anexo 11. Los resultados se muestran como el promedio de las dos repeticiones que se realizaron y su desviación estándar.

Se pudo observar que los tratamientos en el que se obtuvieron mayor rendimiento fueron los de mayor concentración de azúcares, siendo el de dilución 1:2:2 el tratamiento con 90% de rendimiento en ambas repeticiones, aunque los otros dos niveles de dilución también dieron buenos resultados. Lo contrario ocurrió con los tratamientos de baja concentración de azúcares, siendo de  $67.92 \pm 0.589 \%$  ( $Y_{11}$ ) el de menor rendimiento.

Esto ocurrió debido a que en la tercera dilución (1:2:2) se tiene menos participación de pulpa de la papaya, que es la fruta que tiene mayor porcentaje de extracto seco, según Lobo (1995) del 13% de su composición, en comparación con el maracuyá de 4% según Málaga y Rodríguez (2014).

Al finalizar la fermentación del medio y estar en reposo por un tiempo, se produjo la precipitación de los sólidos suspendidos en el mosto, dentro de los cuales que se encuentran los componentes de biomasa formada por la levadura al momento de multiplicarse.

Otra de estas partículas según Coronel (2008) son los restos de la fruta fermentada, proteínas, y pectinas. Estas pueden transferirle al licor un sabor y desagradable y un aspecto turbio, por esto los procesos de trasiego y clarificación son importantes al finalizar la fermentación.

Es como parte de estos procesos se produce la disminución de la cantidad de licor, ya que al separar los sólidos precipitados en el fondo también se produce la pérdida de parte del producto.

#### **4.1.6. Grados Alcohólicos**

Se encontró que la muestra con dilución 3 (1:2:2) y mayor °Brix (30°Brix) presenta 57% de alcohol, el más elevado encontrado, aunque la tendencia que se observa es que a mayor cantidad de °Brix iniciales ha sido mayor la producción de alcohol.

También para los otros tratamientos el grado alcohólico es elevado, siendo la más baja de 48 % para el tratamiento con dilución 3 (1:2:2) y 20 °Brix al iniciar la fermentación. Según Blanco (2016) es favorable tener altos contenidos de alcohol pues disminuye el peligro de contaminación por bacterias acéticas y aumenta el tiempo de conservación después del envasado.

La producción de etanol en los mostos fermentables ocurre a niveles de pH y temperatura bien definidos según Galvis (2009), las levaduras (*S. cerevisiae*) usualmente presentan su pH óptimo entre 4 y 6, y temperaturas moderadas de crecimiento entre los 20 y 40°C.

La producción de etanol estaba asegurada en los tratamientos ya que se encontraron dentro de los parámetros óptimos durante todo el proceso fermentativo, además se inoculó la levadura fermentadora por excelencia. Según Galvis (2009) el rendimiento teórico de etanol a partir de un mol de glucosa metabolizada es de 51,1%.

Blanco (2016) menciona que la producción de otros productos en la fermentación de los azúcares, tales como glicerol, acetaldehídos y ácidos orgánicos, así como la utilización de estos en el crecimiento y mantenimiento de la levadura disminuyen el rendimiento de etanol.

Además indica que las variaciones iniciales en las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del medio fermentativo pueden tener como efecto el menor rendimiento y productividad de alcohol, velocidades de consumo de sustrato bajas y metabolitos secundarios indeseados.

Acosta (2012) menciona que si bien el etanol es el producto principal del metabolismo de las levaduras, en presencia de oxígeno y al ser anaerobios facultativos permiten que se oriente al piruvato, por medio de la acción de la Acetil-coA mitocondrial y el complejo enzimático piruvato-deshidrogenasa, a una fosforilación oxidativa con la consecuente generación ácido acético.

Esta fermentación mixta como lo define Acosta (2012) citando a Nielsen (2003) no permite que la fermentación de la ruta de la glicólisis o ‘Embden-Meyerhof-Parnas’ (EMP) tenga los mismos rendimientos que teóricamente se conocen.

En los tratamientos se observó que al finalizar la fermentación la relación Alcohol/°Brix es distinta entre los azúcares consumidos y los porcentajes de alcohol producidos. Esta correspondencia se puede apreciar en el Cuadro 4.6.

**Cuadro 4.6. Relación %Alcohol/%°Brix**

<b>Tratamiento</b>	<b>°Brix consumidos</b>	<b>% V/V Alcohol</b>	<b>R<sub>Alcohol/°Brix</sub></b>
<b>Y<sub>11</sub></b>	13.5	49.50	3.67
<b>Y<sub>12</sub></b>	14.25	51.25	3.60
<b>Y<sub>13</sub></b>	12.25	53.25	4.35
<b>Y<sub>21</sub></b>	13.5	49.25	3.65
<b>Y<sub>22</sub></b>	12.95	53.25	4.11
<b>Y<sub>23</sub></b>	11.1	57.00	5.14
<b>Y<sub>31</sub></b>	13.5	48.25	3.57
<b>Y<sub>32</sub></b>	14.9	52.75	3.54
<b>Y<sub>33</sub></b>	12	57.00	4.75

Nótese que entre el tratamiento Y<sub>23</sub> y Y<sub>33</sub> se observa la misma cantidad de alcohol producido, pero el rendimiento de la levadura para fermentar los azúcares directamente en etanol es distinto en ambos casos, se necesitó de mayor cantidad de estos para lograr una misma cantidad de alcohol.

Esta diferencia aún se hace más notoria cuando en el tratamiento Y<sub>32</sub> el rendimiento de la levadura es mucho menor que todos los demás, haciendo que sea necesario fermentar 14.9 °Brix para producir 52.7 grados alcohólicos. Si tomáramos como referencia el tratamiento de mejor rendimiento, deberíamos tener mayores concentraciones de producción de alcohol en todos los tratamientos.

Aunque se hayan generado valores elevados de grados alcohólicos, la transformación de los azúcares fermentables presentes en el medio a etanol no fue eficiente. Esto sugiere que, tal como se mencionó anteriormente, en alguna parte del sustrato se destinó a actividades de mantenimiento de la célula.

También se puede haber producido la fermentación mixta, teniendo ácidos (ácido acético y otros) como metabolitos formados producto de esta ruta. La levadura también en condiciones estrés osmótico genera otros metabolitos que fomentan que la concentración final de alcoholes disminuya los rendimientos.

El resultado de las evaluaciones sensoriales para todos los tratamientos determinó que el tratamiento Y<sub>23</sub> es el mejor valorado, fue justamente este el que demostró mayor rendimiento alcohólico en relación a los azúcares fermentados.

El rendimiento, por más óptimo que se quisiera, no puede ser más elevado para los tratamientos, ya que las altas concentraciones de etanol son un factor limitante para la levadura y condiciona el estrés osmótico de esta. En conjunto, la cepa se adaptó al medio que encontró y determinó cada uno de los productos según su conveniencia para poder multiplicarse.

## 4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 4.2.1. Varianza en los °Brix finales

Para la evaluación de la influencia de los factores (°Brix y dilución) sobre el °Brix final, se aplicó el análisis de varianza multifactorial que permitió determinar qué factores tienen efecto significativo. A continuación, se observa el Cuadro 4.7 que detalla las respuestas experimentales que entraron en el análisis.

**Cuadro 4.7. °Brix finales de los tratamientos al final del proceso**

		°Brix		
		20	25	30
Dilución del mosto	1:1:1	6.35	10.3	17.46
		6.35	10.3	17.45
	1:1:2	6.25	11.8	18.24
		6.50	11.8	18.30
	1:2:2	6.50	10.0	17.50
		6.50	10.0	17.50

Los resultados del análisis estadístico realizado, análisis de varianza para el °Brix final con los efectos significativos de los factores e interacciones entre ellos. Estos se muestran en el Cuadro 4.8.

**Cuadro 4.8. Análisis de Varianza para °Brix finales - Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Dilución	2.5477	2	1.27385	346.36	0.0000
B: °Brix iniciales	392.896	2	196.448	53414.84	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	2.03757	4	0.509392	138.51	0.0000
RESIDUOS	0.0331	9	0.00367778		
TOTAL (CORREGIDO)	397.514	17			

El análisis de diseño de experimentos aplicado permitió determinar si la media de la variable respuesta, para este caso los grados °Brix al finalizar la fermentación, presenta variaciones en los diferentes niveles de cada factor experimental.

La tabla ANOVA presentó los valores de variabilidad de cada factor, la suma de cuadrados encontrada en los efectos principales midió la variabilidad en los datos hallado entre las medias de los grupos de cada factor y la media global.

Se puede observar en la tabla resultante que ambos factores estudiados (Dilución y °Brix iniciales) y la interacción entre estos mismos existe un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) sobre la variable °Brix finales. Esto se relaciona directamente con las observaciones que se encontraron para cada factor, las respuestas de cada uno de los tratamientos son diferentes para cada uno de ellos.

El valor de la media de cuadrados de cada factor dividido entre el valor de la media de cuadrados de los residuos, denominada esta como Razón-F, cuanto mayor sea será mayor la probabilidad de que el experimento sea significativo, en el análisis del ANOVA se tendría una probabilidad muy fuerte de significancia al nivel de confianza de 95%.

Dado esto se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), que acepta que al menos un par de medias es diferente. La suma de cuadrados residual fue baja ( $S^2_{res} = 0.0331$ ), este error asociado a cada observación es resultado de la variabilidad no explicada por el diseño experimental.

#### 4.2.1.1. Análisis Duncan para °Brix finales

Al determinarse que existen diferencias significativas en el anterior análisis se procedió a aplicar un análisis Duncan en las medias para precisar entre cuales de las variantes del factor existen diferencias significativas.

En el Anexo 21 se muestran los resultados de la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia en el que se aprecia que existe diferencia significativa entre el °Brix final de los tratamientos a 20, 25 y 30°Brix.

Las medias estimadas por mínimos cuadrados para este caso, tratándose de un diseño balanceado, son equivalentes al promedio de todas las observaciones al nivel indicado, estas estimaciones tienen un error estándar de 0.0249. La diferencia en estos promedios resultó fuera del intervalo de los límites fijados para esa diferencia.

Caso contrario para la prueba de Duncan en las observaciones por Dilución, que solo muestra una diferencia significativa para la dilución 02 (1:1:2), siendo las otras dos medias significativamente iguales ya que el valor de su diferencia (0.035) está dentro del límite donde se observan grupos homogéneos.

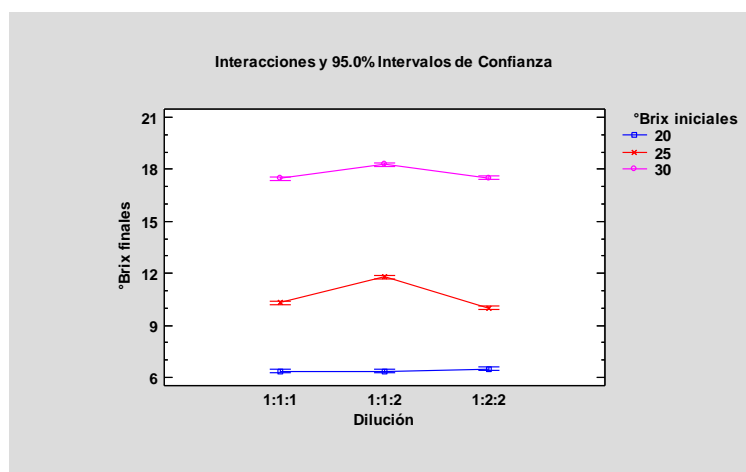


Figura 4.7. Interacciones del °Brix final para Dilución\* °Brix iniciales

La figura 4.7 muestra la interacción del factor dilución con respecto a los efectos del °Brix inicial sobre la variable respuesta (°Brix finales). El grado de significancia de ambos factores sobre el °Brix final es alto teniendo como factor base la dilución de las muestras, esto se observa en el gráfico ya que no hay traslapes y las líneas demuestran una respuesta diferente al variar el nivel de dilución.



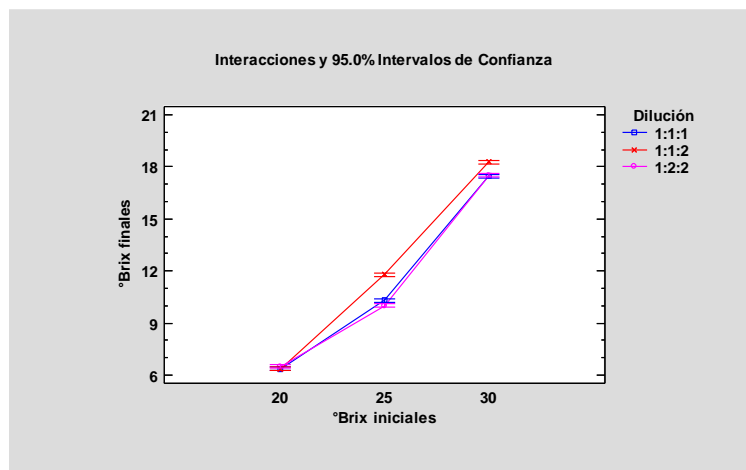


Figura 4.8. Interacciones del °Brix final para °Brix iniciales\*Dilución

Según el análisis Duncan para las diluciones, la significancia entre el nivel 1:1:1 y 1:2:2 no existe, lo que se puede ver en la Figura 4.8, en donde las líneas de estos niveles se traslapan, pero la 1:1:2 se muestra ligeramente alejada de estas dos.

Entonces estadísticamente se observa efecto significativo de ambos factores sobre la variable respuesta °Brix finales, aunque el manejo de dos de las diluciones distintas planteadas no implica una respuesta diferente en el °Brix resultante al final de los procesos.

Dado esto es importante conocer con cuál de las diluciones trabajar, ya que la dilución 1:1:1 implica mucho más pulpa de frutas que si se realizaran los procesos con la dilución 1:2:2. Cabe señalar además que la segunda dilución fue la que presentó mayor rendimiento de grado alcohólico y mejor aceptabilidad general según los Anexos 13 y 14 respectivamente.

El porcentaje de participación de ambas frutas en las diluciones no son tan alejados, siendo de 66.66% para la dilución 1:1:1 y de 60% para dilución 1:2:2, entonces puede calcularse además el grado de enriquecimiento de nutrientes en el medio, por parte de las frutas, que estas le conferirían al metabolismo de la levadura inoculada.

Otro factor a evaluar es el costo de cada fruta, ya que en promedio el precio unitario de ambas es de 0.89 soles/Kg para el maracuyá y de 1.90 soles/Kg para la papaya. El precio del producto final se afectaría ante una mayor participación de estas en el medio fermentativo.

#### 4.2.2. Varianza en el pH

Para la evaluación de la influencia de los factores (°Brix y dilución) sobre el pH final, se aplicó el análisis de varianza multifactorial que permitió determinar qué factores tienen efecto significativo. A continuación, se observa el Cuadro 4.9 que muestra el análisis resultante.

**Cuadro 4.9. Análisis de Varianza para pH – Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Dilución	0.00474444	2	0.00237222	61.00	0.0000
B: °Brix iniciales	0.163511	2	0.0817556	2102.29	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0384222	4	0.00960556	247.00	0.0000
RESIDUOS	0.00035	9	0.0000388889		
TOTAL (CORREGIDO)	0.207028	17			

Los resultados del análisis de varianza indican que los efectos de los factores principales (Dilución y °Brix), así como la interacción de ambos niveles, causan un efecto estadístico altamente significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el pH con un 95% de nivel de confianza.

Dado esto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), que acepta que al menos un par de medias es diferente. La suma de cuadrados residual fue aún más baja ( $S^2_{res} = 0.00035$ ) que en el análisis de la variable anterior, este error se asocia a cada observación dado que es el resultado de la variabilidad no explicada por el diseño experimental.

##### 4.2.2.1. Análisis Duncan para pH

En el Anexo 22 se muestra los resultados de la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia en el que se aprecia que existe diferencia significativa tanto para el pH por Dilución como para el °Brix inicial.

Se aprecia una mayor diferencia en la comparación de medias entre los tratamiento a 20 y 30 °Brix. El promedio de todas las observaciones en los distintos niveles tienen un error estándar de 0.00255 y el valor promedio de los datos incluidos en el estudio arrojaron 5.19 como valor mínimo y 5.42 como valor máximo.

Las interacciones en la gráfica resultante (Fig. 4.9) de la prueba de Duncan demuestran que cuando se maneja la variable Dilución del primer al segundo nivel las respuestas tienen a converger hacia un punto medio. Caso contrario ocurre cuando se manipula el tercer nivel, aquí las respuestas divergen entre sí.

No se observa traslape de puntos en la gráfica, aunque dos de los niveles de grados °Brix iniciales se interceptan en dos puntos. A partir de esto se observan respuestas opuestas en los niveles manejados a 25 y 30 °Brix.

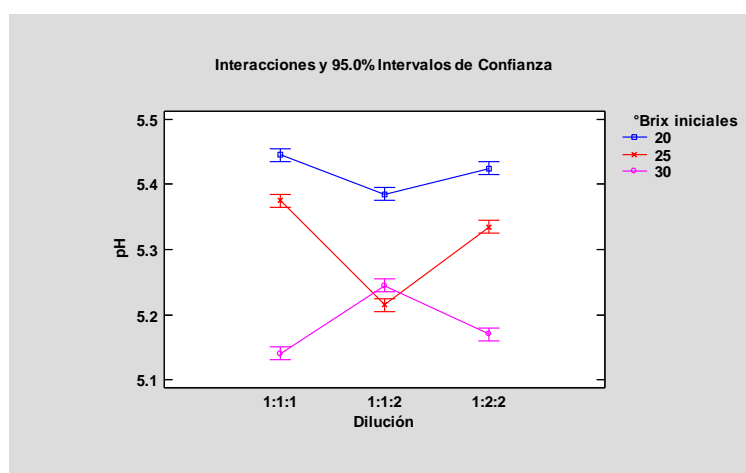


Figura 4.9. Interacciones de pH para Dilución\*°Brix iniciales

Al tener estas interacciones distintas para el comportamiento del pH en las diluciones y °Brix estudiados, es necesario comprender en qué punto la levadura obtiene un mejor rendimiento, ya que el pH puede condicionar su crecimiento.

Bajo esta premisa, el tratamiento a dilución 1:1:2 y 30 °Brix es el que presentó una relación alcohol/azúcares más elevada, el valor del pH final para este tratamiento se sitúa en un punto cercano a la media del siguiente nivel.

El rendimiento más bajo de etanol en los tratamiento registran los pH más altos según la gráfica 4.9, en donde son los tratamientos a 20 °Brix los que están por encima de las otras seis medias.

Las interacciones de los factores teniendo como base los °Brix iniciales se muestra en la Figura 4.10, se observa graficado lo encontrado en las tablas de prueba de Duncan para el pH, que todas las comparaciones de medias son significativas.

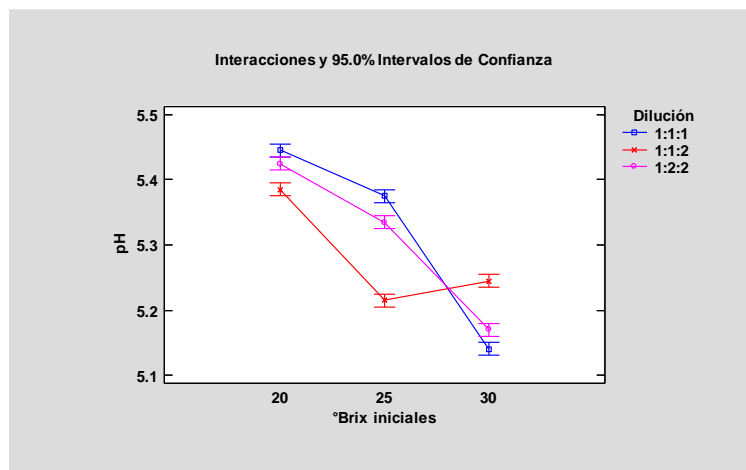


Figura 4.10. Interacciones de pH para °Brix iniciales\*Dilución

Se observa que las medias de los tratamientos entre niveles son cercanas entre sí pero no llega a haber solapamiento, tiende a notarse convergencia de los valores en el último nivel (30 °Brix) llegando a interceptarse las líneas que expresan la interacción.

#### 4.2.3. Varianza en la acidez

Para la evaluación de la influencia de los factores (°Brix y dilución) sobre la acidez final (g ác. cítrico/L), el análisis de varianza multifactorial permitió determinar qué los factores y la interacción entre estos mismos si tienen efecto significativo sobre la variable respuesta. Los datos se aprecian en el Cuadro 4.10.

**Cuadro 4.10. Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Dilución	0.428291	2	0.214145	2166.85	0.0000
B: °Brix iniciales	0.0579598	2	0.0289799	293.24	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0.0137346	4	0.00343365	34.74	0.0000
RESIDUOS	0.00088945	9	0.0000988278		
TOTAL (CORREGIDO)	0.500875	17			

Dado esto se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), que determina que al menos un par de medias es diferente. La suma de cuadrados residual es baja ( $S_{res}^2 = 0.00089$ ), este error se asocia a cada observación dado que es el resultado de la variabilidad no explicada por el diseño experimental. Que el valor de la suma de cuadrados sea mínima es un indicador que la probabilidad del valor p sea significativo para los efectos principales y sus interacciones.

#### 4.2.3.1. Análisis Duncan para acidez

En el Anexo 23 se muestran los resultados de la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, en el que se aprecia que existe diferencia significativa tanto para la acidez por Dilución como para el °Brix inicial.

El promedio de todas las observaciones en los distintos niveles tienen un error estándar de 0.004058, la diferencia de medias es significativa para los seis niveles contrastados.

La figura 4.10 muestra la acidez media versus °Brix iniciales para cada uno de las tres diluciones. Las líneas no paralelas en la gráfica de interacción indican los efectos de interacción entre la dilución y los °Brix iniciales. Este efecto de interacción indica que la relación entre la dilución y la acidez final depende del valor del °Brix inicial.

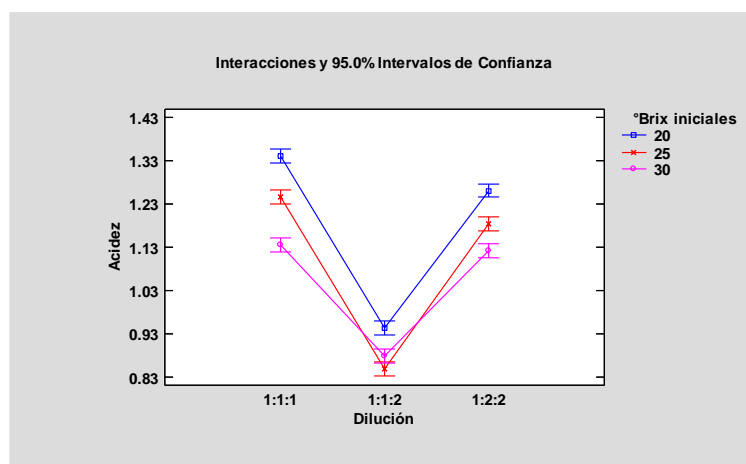


Figura 4.11. Interacciones de la acidez final para Dilución\*°Brix iniciales

Los puntos de las observaciones del nivel de dilución 1:1:2 tienden a converger en la figura 4.11, el valor de las medias de los niveles 25 y 30 del factor °Brix son muy cercanas entre sí, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor p menor a 0.05.

Se corroboró que existen diferencias altamente significativas en los gráficos de interacción, denotadas por las tablas de datos de los análisis de ANOVA y Duncan, ya que se obtienen respuestas experimentales notoriamente diferentes entre sí al pasar de un nivel a otro. Es por esto que el valor p que se obtiene a partir del factor F es muy pequeño.

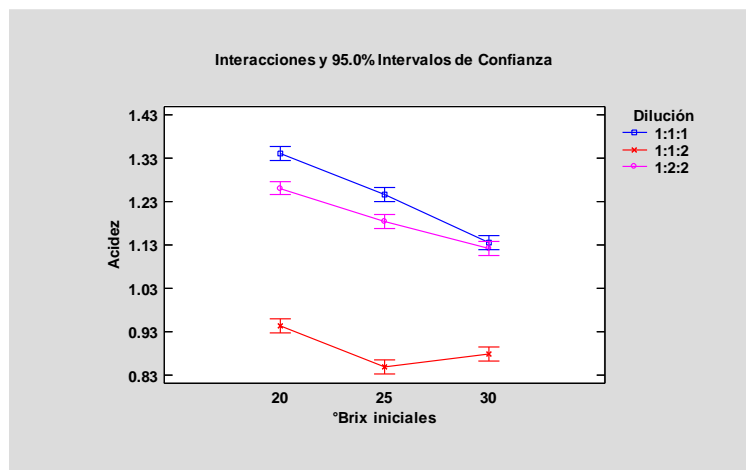


Figura 4.12. Interacciones de la acidez final para °Brix iniciales\*Dilución

Ambas figuras muestran que en el primer nivel la variable Dilución (1:1:1) y °Brix (20 °Brix) presenta la respuesta final más alta para la acidez. Sin embargo, la interacción de los factores es más pronunciada cuando la acidez depende del °Brix inicial que del grado de dilución.

La interacción de los factores tiende a converger en el nivel 30 °Brix, siendo los niveles de dilución 1:1:1 y 1:2:2 los que presentan valores más cercanos entre sí, específicamente en el último nivel, la interacción de los intervalos de confianza de las medias entre estos puntos se transponen.

#### 4.2.4. Varianza en los rendimientos

**Cuadro 4.11. Análisis de Varianza para Rendimientos - Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Dilución	315.342	2	157.671	54.65	0.0000
B: °Brix iniciales	369.925	2	184.962	64.11	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	11.7411	4	2.93527	1.02	0.4480
RESIDUOS	25.9647	9	2.88497		
TOTAL (CORREGIDO)	722.973	17			

Según el análisis de varianza (Cuadro 4.8) realizado en las respuestas experimentales para el rendimiento, se encontró que existe diferencia significativa clara de ambos factores ( $p < 0.05$ ) con un nivel de confianza del 95%.

Dado esto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) para cuando se evalúan los efectos de los factores, al menos un par de medias es diferente. La interacción de ambos factores no muestra efectos significativos ( $p > 0.05$ ) sobre la respuesta.

Se acepta la hipótesis nula para cuando se estudia la interacción ejercida entre los factores °Brix y Dilución. La suma de cuadrados residual es elevada ( $S^2_{\text{res}} = 25.9647$ ) para este caso, haciendo que el resultado de la Razón F sea muy pequeña y exista poca probabilidad que la interacción sea significativa, tal como lo ha demostrado el valor p.

#### 4.2.4.1. Análisis Duncan para los rendimientos

En el Anexo 25 se muestra los resultados de la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia en el que se aprecia que existe diferencia significativa en las medias tanto para los rendimientos por Dilución como para el °Brix inicial.

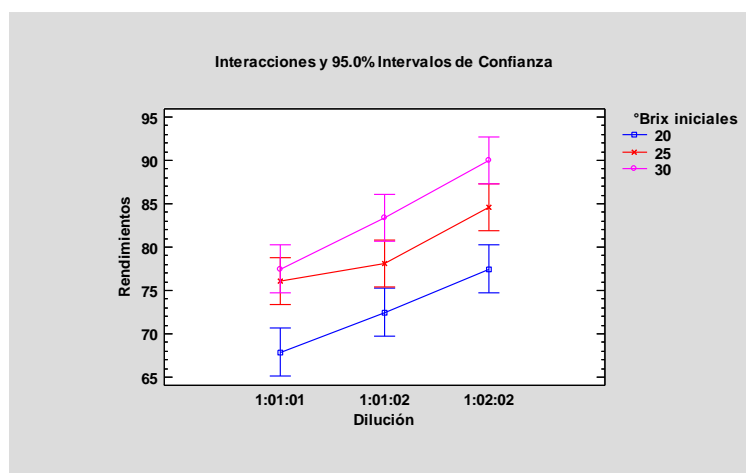


Figura 4.13. Interacciones de los rendimientos para Dilución\*°Brix iniciales

En la Figura 4.13 se distingue que cuando la variable Dilución es 1:2:2 el efecto de los °Brix en 30° presenta la respuesta más alta, el rendimiento es el mejor en este punto. También se observa que no existe interacción entre el °Brix y las diluciones, prácticamente las líneas son paralelas.

Solo en el punto en el que la dilución es de 1:1:1 y 25 °Brix se percibe una divergencia al avanzar hacia el nivel dos de las diluciones, pero para los análisis la interacción entre estos es no significativa. Al observar los intervalos de confianza en la gráfica, se observa que ligeramente se acercan entre si los niveles 25 y 30 °Brix.

La misma respuesta en los distintos niveles se observa en el la Figura 4.14. Se advierte una convergencia significativa, igual que en el anterior caso, en el nivel 1 (1:1:1) de las diluciones.

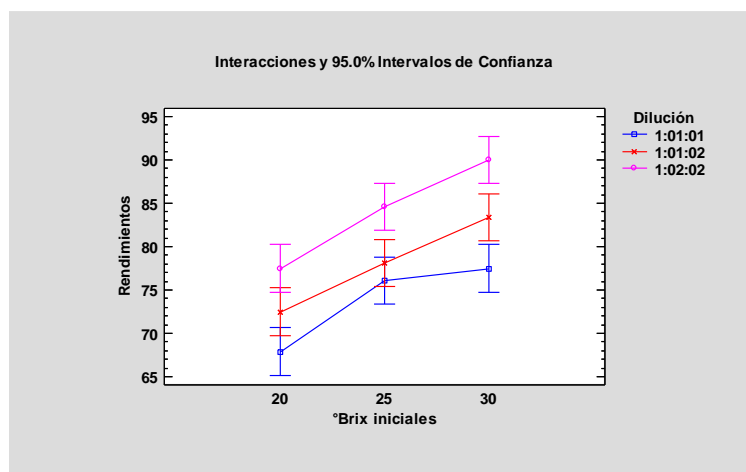


Figura 4.14. Interacciones de los rendimientos para °Brix iniciales\*Dilución.

Valorar las significancias de los tratamientos en este punto se vuelve de especial importancia ya que definió si el manejo de niveles en cada factor promueve una respuesta diferente o si por el contrario se obtiene la misma observación.

#### 4.2.5. En los grados alcohólicos

El análisis de varianza para la variable respuesta evaluada resultante en los grados alcohólicos indicó que existe efecto significativo de los factores principales y también de su interacción, con un intervalo de confianza de 95%.

**Cuadro 4.12. Análisis de Varianza para Grado Alcohólico-Suma de Cuadrados Tipo III**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: Dilución	7.11111	2	3.55556	11.64	0.0032
B: °Brix iniciales	114.778	2	57.3889	187.82	0.0000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	11.9722	4	2.99306	9.80	0.0025
RESIDUOS	2.75	9	0.305556		
TOTAL (CORREGIDO)	136.611	17			



Producido este resultado se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), que acepta que al menos un par de medias es diferente. La suma de cuadrados residual es relativamente baja ( $S^2_{res}= 2.75$ ) en relación a los otros valores encontrados. Que el valor de la suma de cuadrados sea mínima es un indicador que la probabilidad del valor p sea significativa para los efectos principales y sus interacciones.

#### 4.2.5.1. Análisis Duncan para los grados alcohólicos

Las Pruebas de Duncan para las respuestas de los grados alcohólicos por °Brix iniciales demuestran que existen diferencias significativas entre las parejas de medias a un nivel de confianza del 95% (Anexo 24).

Se observó que las respuestas de los niveles varían cuando cambia la concentración de la dilución, solamente el nivel a 30 °Brix del factor °Brix iniciales demostró ascenso hacia la última dilución estudiada. El nivel a 20 °Brix del mismo factor demuestra un efecto decreciente en rendimiento de los grados alcohólicos a medida que el nivel varía hacia la dilución 1:2:2 y el nivel a 25 °Brix muestra su punto máximo de rendimiento en el nivel intermedio del factor dilución.

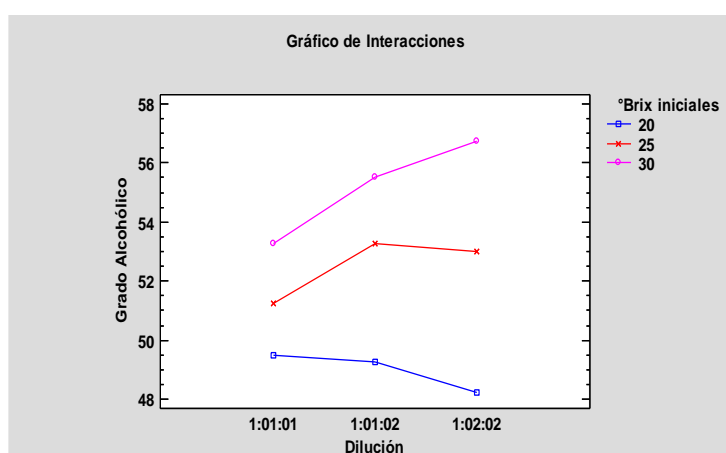


Figura 4.15. Interacciones del rendimiento de los grados alcohólicos para Dilución\*°Brix iniciales.

Para el factor dilución, el análisis estadístico arrojó que hay significancia estadística en el contraste de las medias de los niveles 1:1:1 - 1:1:2 y 1:1:1 - 1:2:2, siendo el nivel 1:2:2 el único que presenta diferencia significativa. Esto se observa en la Figura 4.16 que nos indica la respuesta para los tres niveles.

Según el gráfico 4.16 se advirtió la misma respuesta para la dilución 1:1:1-1:1:2 y 1:1:2-1:1:2 para los niveles 20 y 25 °Brix respectivamente, en los siguientes niveles esta respuesta tendió a ser distinta, pero al pasar de un nivel a otro (de 25 a 30 °Brix) el resultado promedio no presentó variación.

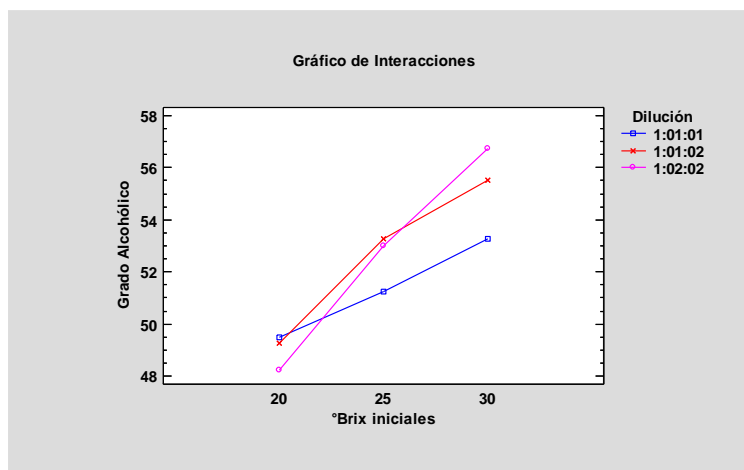


Figura 4.16. Interacciones del rendimiento de los grados alcohólicos para °Brix iniciales\*Dilución

Se concluyó que manejar distintos niveles de dilución solo presentó una respuesta notoria en el último nivel manejado en los °Brix, en los niveles inferiores de concentración de azúcares se observó la misma respuesta en la mitad de los tratamientos en estudio.

### 4.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Según Arellano (2013), la caracterización sensorial de los vinos depende en gran medida de las frutas con las que se elaboró, por lo que se procedió con el análisis sensorial del licor de papaya y maracuyá para describir las características que estas frutas le han proporcionado al producto obtenido.

Se realizaron las pruebas con 20 panelistas que evaluaron las cualidades sensoriales para los aspectos de color, olor, sabor y persistencia. Se estudió estadísticamente las variables respuestas para reconocer la significancia de estas.

Se muestran los resultados en el Anexo 14 para las observaciones según las calificaciones recibidas por los panelistas, se seleccionó para las pruebas solo uno de los bloques estudiados. Los análisis sensoriales arrojaron como la mejor muestra las del tratamiento Y<sub>231</sub> (Dilución 1:1:2, 30 °Brix).

#### 4.3.1. Aspecto visual

En el Cuadro 4.13 se observa el análisis de varianza para el color, en este caso, solo el efecto B (°Brix) tiene un valor-P menor que 0.05, indicando que es significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Dado esto se rechazó la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), que admite que al menos un par de medias es diferente en el factor °Brix. El factor A: Dilución ( $p= 0.0929$ ) y la interacción de los factores ( $p= 0.5732$ ) no presentan significancia estadística.

**Cuadro 4.13. Análisis de Varianza para Color**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dilución	1.00833	1	1.00833	2.86	0.0929
B: °Brix	240.833	1	240.833	681.93	0.0000
AB	0.1125	1	0.1125	0.32	0.5732
Error total	62.1569	176	0.353164		
Total (corr.)	304.111	179			

Los resultados estadísticos para la limpidez y fluidez demostraron que el °Brix y la Dilución son factores que tienen efecto significativo en la variable. En la respuesta para brillantez el efecto de los ambos factores y su interacción es significativo. Según la puntuación recibida el licor de maracuyá y papaya se calificó con aspectos positivos tales como de color intenso, profundo, limpio y claro. De un matiz amarillo y de ligera fluidez.

Según Arellano (2013) la evaluación visual es una de las características sensoriales más importantes para determinar la calidad del vino, debiéndose la turbidez en estos productos a la oxidación por almacenamiento prolongado o a la insuficiente presencia de ácido sulfuroso. Existen diversos procesos para mejorar el color de los licores, que implican en su mayoría la separación de las partículas en suspensión para evitar la turbidez, tales como la clarificación por encolado o la filtración.

La coloración amarillo anaranjada del jugo de maracuyá se debe a la presencia de un pigmento llamado caroteno, según lo mencionado por Amaya (2009) que ofrece al organismo que lo ingiere una buena cantidad de vitamina A y C, además de sales minerales, como calcio, fierro y fibras.

Los carotenoides se sintetizan a partir de la desaparición de la clorofila de las frutas (Alvarado, 2013). La concentración de las vitaminas A y C para el maracuyá se sitúa en 2410.0 mg/100ml y 20mg/100ml de jugo respectivamente (Zavaleta, 2016) y de 700mg/100ml y 75mg/100ml respectivamente para la papaya (Alvarado, 2013). El producto final mantuvo el color característico que le dan las frutas que se usaron en la fermentación.

#### 4.3.2. Aspecto gustativo

Los resultados estadísticos mostraron que, en las variables para el aspecto gustativo de intensidad, calidad (Cuadro 4.14) y armonía el factor °Brix tiene efecto significativo, el factor dilución solo es significativo estadísticamente para la sensación de calidad. En ningún caso el efecto de las interacciones de factores es significativo.

**Cuadro 4.14. Análisis de Varianza para Calidad**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dilución	2.13333	1	2.13333	6.76	0.0101
B: °Brix	255.208	1	255.208	808.64	0.0000
AB	0.3125	1	0.3125	0.99	0.3211
Error total	55.5458	176	0.315601		
Total (corr.)	313.2	179			

Esta sensación del sabor está relacionada significativamente con el °Brix ya que este factor determina el dulzor de la bebida obtenida, el sabor amargo se acentuará mientras más bajo sea este valor. Las muestras que obtuvieron mayor calificación son justamente las que presentaron mayor °Brix.

El tratamiento con mayor aceptabilidad ( $Y_{231}$ ) presentó un sabor de intensidad dulce, fresco y estructurado. El dulzor que presenta se debe a la presencia de azúcares residuales al final de la fermentación, que según Mazariegos (2013) son aquellos que en determinado momento no pueden ser convertidos a alcohol.

Alvarado (2013) indica que son los ácidos orgánicos presentes en las frutas los que contribuyen con el sabor de estas, creando un balance con los azúcares presentes en la pulpa. Gonzales (2012) menciona que los vinos no pueden ser ni demasiado ni insuficientemente ácidos ya que en ambos extremos se presentan características indeseables que disminuyen la calidad de estos.

En los procesos de fermentación también se forman ácidos orgánicos y glicerol, que para Blanco (2016) es un compuesto importante a nivel sensorial pues aporta cuerpo y sabor dulce, además de suavizar las sensaciones en la boca. Álvarez (2006) también revela que su presencia en cantidades moderadas favorece tanto el gusto como el perfume.

Los compuestos amargos en los licores según Gonzales (2012) provienen de las pepas u hollejos de las frutas que constituyen compuestos fenólicos, aunque en el medio preparado para la fermentación fueron separados en los procesos iniciales de corte y pulpeado, por lo que se disminuyó el riesgo de sabores amargos en el producto.

#### 4.3.3. Aspecto olfativo

Los análisis estadísticos para los aspectos olfativos de las observaciones demostraron influencia significativa de ambos factores para las respuestas de intensidad y calidad. Para la valoración del equilibrio solo el grado °Brix fue significativo.

**Cuadro 4.15. Análisis de Varianza para Calidad**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dilución	1.40833	1	1.40833	5.10	0.0252
B: °Brix	285.208	1	285.208	1031.82	0.0000
AB	0.3125	1	0.3125	1.13	0.2891
Error total	48.6486	176	0.276413		
Total (corr.)	335.578	179			

La valoración del olor en la muestra elegida es positiva en los aspectos de intensidad, calidad y armonía, recibiendo más puntuación la primera de estas, se percibe con mayor fuerza el aroma característico del maracuyá. Para Blanco (2016) el nitrógeno asimilable es el responsable de la producción de los compuestos aromáticos volátiles.

El contenido mínimo de nitrógeno en la fermentación es de 140 mg/L según Blanco (2016), aunque este valor depende los requerimientos de la cepa que se está utilizando, la concentración de azúcares y temperatura de fermentación.

El nitrógeno se encuentra conformando la estructura de las proteínas de los alimentos, en la parte comestible de la papaya según la Tabla de Alimentos peruanos de Reyes et al (2009) se encuentra en 64 mg/100g.

En el jugo del maracuyá la concentración de nitrógeno es de 144 mg/100g, estos valores son calculados a partir del valor de nitrógeno total determinado por Kjeldhal en la composición nutricional de alimentos peruanos.

Teóricamente en suma ambas frutas deberían aportar una concentración de nitrógeno de 520 mg/L al medio, esto relacionando los volúmenes utilizados en la ejecución del tratamiento experimental que se detallan en el Anexo 02.

Escalante et al. (2011) menciona que el conjunto de componentes aromáticos mayoritarios que se encuentran en las bebidas alcohólicas fermentadas son los ésteres, teniendo la *S. cerevisiae* al menos tres enzimas catalizadoras responsables de la formación de estos compuestos.

Los ésteres pueden favorecer a las bebidas de excelentes sensaciones olfativas según Álvarez (2006), el que predomina es el acetato de etilo que además inhibe aldehídos insaturados y exalta la percepción de algunos olores.

Aunque según Blanco (2016) debe encontrarse en cantidades justas ya que una falta de estos produce olores azufrados y un exceso incrementa la síntesis de acetato de etilo produciéndose olores a barniz.

En la determinación de congéneres de la muestra se encontró una cantidad moderada de acetato de etilo, de 76.33 mg/100mL. Esta concentración es menor que los encontrados en otros compuestos fermentados por *S. cerevisiae*.

Escalante et al. (2011) menciona que las concentraciones menores a 80 mg/100mL favorecen positivamente al aroma y sabor, contrariamente en altas concentraciones sobre los 200 mg/100mL expide un sabor a vinagre.

En su estudio, Escalante et al. (2011) comprueba que la aireación y el control de la temperatura en la fermentación influyen en el incremento de producción del acetato de etilo ya que el oxígeno agregado promueve el metabolismo respiratorio.

#### 4.3.4. Sensaciones complementarias

El efecto de los factores y la interacción de estos fueron estadísticamente significativos para la sensación de persistencia en las muestras evaluadas. Para apreciación global del licor solo se encontró influencia en el factor °Brix.

**Cuadro 4.16. Análisis de Varianza para Persistencia**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dilución	2.13333	1	2.13333	7.32	0.0075
B: °Brix	246.533	1	246.533	846.08	0.0000
AB	1.25	1	1.25	4.29	0.0398
Error total	51.2833	176	0.291383		
Total (corr.)	301.2	179			

La persistencia del contenido alcohólico en la valoración se calificó como fuerte y globalmente se aprecia como consistente, armónico y equilibrado. La calidad de esta bebida fermentada está determinada en general por los compuestos generados en la fermentación.

En este proceso se utilizó solo una cepa fermentadora, la levadura *S. cerevisiae*. Aunque según Álvarez (2006), se pueden emplear cultivos mixtos de levaduras y algunos géneros bacterianos, con el objetivo de mejorar las características organolépticas de las bebidas alcohólicas.

Con el empleo de estos cultivos mixtos, en donde se emplearon levaduras *S. cerevisiae* y *Schz pombe*, Álvarez (2006) expone que se logró un grado alcohólico mayor con los cultivos mixtos en comparación con el uso de las cepas por separado. Además se obtuvo un considerable aumento en los alcoholes superiores.

#### 4.4. ANÁLISIS A LA MEJOR MUESTRA

##### 4.4.1. Análisis Fisicoquímicos

Al finalizar los procedimientos se analizaron las propiedades de °Brix, pH y acidez en el tratamiento resultante con mayor aceptabilidad del análisis sensorial realizado por parte de los panelistas. Los resultados se muestran a continuación en el Cuadro 4.17.

**Cuadro 4.17. Características finales del producto.**

<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dilución 1:1:2 30 °Brix</b>
<b>Sólidos solubles</b>	°Brix	18.24
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	pH	5.24
<b>Acidez</b>	gr ác. Cítrico/L	1.284
<b>Azúcares</b>	g/L	171.5

La concentración de azúcares residuales presentes se encontró en 171.5 g/L según la tabla XVI (Anexo 27) de García J. (1990), clasificándose de esta manera como un licor dulce según la NTP 211.009, que clasifica a los licores dulces como mínimo y máximo un valor de 50 y 250 respectivamente.

Se realizó además el análisis de determinación de congéneres volátiles en el etanol por cromatografía de gases, en donde se determinaron las cantidades presentes de compuestos tales como aldehídos, alcoholes superiores, acetato de etilo, metanol y furfural.

El ensayo para definir estos valores fue el de la EC/2870/2000 – Método III (Anexo 32), como parte de la determinación de estos congéneres se midió nuevamente el grado alcohólico de la muestra a ser ingresada con la ayuda del densímetro Anton Paar DMA 4500 M, precisándose los siguientes resultados.

**Cuadro 4.18. Determinación de grado alcohólico**

<b>Propiedad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
<b>Grado</b> % V/V	55.23	ml/100 ml
<b>alcohólico</b> % W/W	47.41	g/100 gr
<b>Densidad</b>	0.91951	g/cm <sup>3</sup>
<b>Temperatura</b>	20.01	°C

Las determinaciones se aprecian en el Cuadro 4.19, han quedado excluidos los resultados de congéneres no detectables. Además se presenta el contraste de estos valores con los requerimientos por norma para licores y pisco. Cabe señalar que en las normas señaladas no se encuentran las cantidades específicas para cada uno de los compuestos encontrados en este análisis, solo los totales máximos de congéneres volátiles permitidos.



**Cuadro 4.19. Congéneres volátiles encontrados en muestra de licor**

Nombre	Cantidad (mg/100ml)	Valor límite máx. según NTP 211.009 (Licores)	Valor límite máx. según NTP 211.001 (Pisco)
Acetaldehído	94.04	50	60
Metanol	77.27	100	100
1-Propanol	19.01	ND	ND
Acetato de etilo	76.33	ND	280
2-Metil 1-propanol	100.39	ND	ND
2-Metil 1-butanol	115.15	ND	ND
3-Metil 1-butanol	32.67	ND	ND
Furfural	1.04	10	5.0
Alcoholes superiores	267.22	ND	350
Total de congéneres volátiles	515.90	500	750

(ND) No determinado por NTP

En la figura 4.17 se muestra el cromatograma del licor de papaya y maracuyá obtenido del Cromatógrafo de gases VARIAN 430 – GC, donde se observa una línea de tiempo en los que lo compuestos volátiles aparecen a medida que fueron detectándose. La altura o áreas de los picos cromatográficos corresponden a la concentración hallada para cada uno.

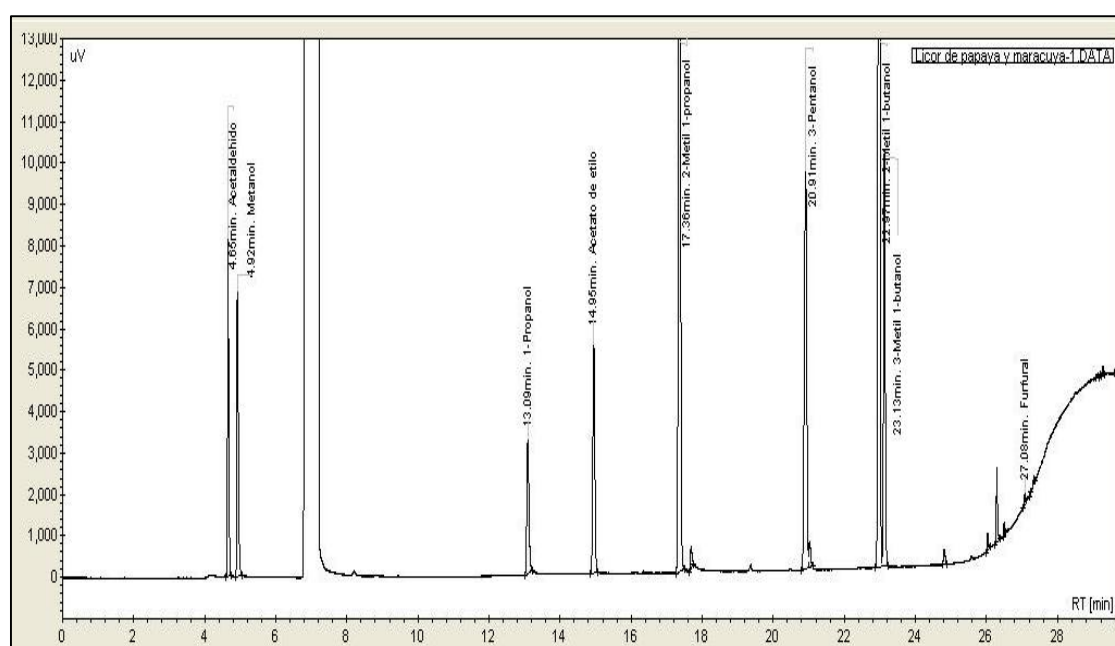


Figura 4.17. Cromatograma de congéneres volátiles en etanol.

Según Blanco (2016), en la ruta de fermentación alcohólica de Embden-Meyerhof-Parnass se generan metabolitos secundarios, tales como los alcoholes superiores, ésteres, ácidos y diacetilos.

Los compuestos volátiles son de gran importancia según Álvarez (2006) pues le suministran el aroma y el bouquet a rones y aguardientes, además la formación de estos subproductos en los procesos fermentativos determinan la calidad del producto final.

Según los parámetros fisicoquímicos contemplados en la NTP 211.009 (2012) para acetaldehídos se acepta un valor máximo de 50 mg/100 mL, el valor encontrado en la muestra analizada fue de 94.04 mg/100 mL. Blanco (2016) indica que puede producirse acetaldehído debido al proceso de glicolisis del etanol.

De acuerdo con Santos (2013), el etanol se reduce a acetaldehído por medio de la enzima alcohol dehidrogenasa y la coenzima nicotinamida adenina dinucleótido (NAD). Otro proceso de producción de acetaldehído según Sanchis y Aragón (2007) es la oxidación del etanol.

En metanol las concentraciones encontradas en el análisis se encuentran debajo de los parámetros establecidos por norma. García (1990) indica que este se produce debido a la actividad de la pectinasa, por desmetilación del éster metílico de la  $\alpha$ -1,4- $\delta$ galacturonopiranosas (Figura 4.18), aunque la levadura difícilmente causa desmetilación durante la fermentación.

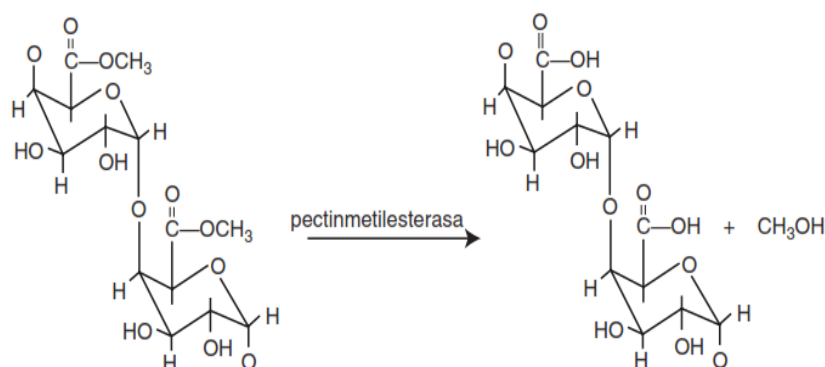


Figura 4.18. Acción de la enzima pectinmetilesterasa  
Fuente: Badui S. (2013)

Estas pectinas según Badui (2013) se encuentran presentes en la textura de las frutas y verduras como parte de la pared celular de las mismas, las pectinasas alteran las características al hidrolizar los enlaces éster metílico generando pectinas de bajo metoxilo.

De las frutas que participan en la fermentación del medio es la papaya la que presenta una textura más consistente con una concentración de pectinas de 0,66 g/100 g (Lobo, 1995), y el maracuyá de 0.02 g/100 g (García, 2002).

Para evitar la acción de la pectinasa se inactiva con tratamientos térmicos a 80-90°C por un minuto, aunque el descenso del pH reduce la intensidad del calentamiento y los °Brix ejercen un efecto protector sobre la enzima (Badui, 2013).

En los procedimientos seguidos no se utilizaron tratamientos térmicos para finalizar las fermentaciones, esta nula exposición a altas temperaturas resultó en la poca presencia de furfural en el medio, siendo la cuantificación total de 1,04 mg/100mL.

Los compuestos furfurales según indica Blanco (2016) se generan con los tratamientos térmicos para pasteurizar los medios luego que ha terminado la fermentación.

La formación de alcoholes superiores (alcoholes con mayor número de átomos de carbono), según García (1990) se debe a la oxidación de un ceto-ácido, descarboxilación y reducción del aldehído al alcohol.

Escalante et al. (2011) señalan que controlar la aireación del medio en donde se lleva a cabo la fermentación puede ser un factor clave en la producción de compuestos de importancia sensorial tales como los alcoholes superiores.

#### **4.4.2. Análisis microbiológicos**

Se realizaron análisis microbiológicos a las muestras de uno de los bloques, en estas se determinaron la presencia de unidades formadora de colonas de mohos y levaduras por mililitro (Cuadro 4.20). Estas determinaciones se consideran necesarias ya que permiten detectar problemas en los procesos de fermentación y poder establecer medidas de control para evitar la pérdida de calidad.

#### **Cuadro 4.20. Análisis microbiológico**

Identificación de ensayo	Resultado (UCF/mL)
Y <sub>231</sub>	Ausencia total

Según Gonzales (2012), la presencia de microorganismos en los alimentos fermentados genera descomposición del olor, aspecto y gusto. Esto influye directamente en las propiedades organolépticas del producto.

El metabisulfito ejerce sobre el medio una acción antimicrobiana sobre hongos, levaduras y bacterias ya que según explica Badui (2013) este penetra en la célula provocando interferencia con los mecanismos de respiración de estos.

Además, Badui (2013) también agrega que el metabisulfito se ha usado en la conservación de vinos desde tiempos egipcios y romanos, ya que tiene función antioxidante al reaccionar con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, fenoles y aldehídos oxidados, transformando a estos en compuestos menos activos.

Para Blanco (2016) la célula de la levadura presenta condiciones de estrés cuando durante la fermentación alcohólica el etanol supera el 15% m/v y el sulfito es superior a 100 ppm. Este escenario se empezó a dar en los últimos días de fermentación, donde los grados alcohólicos ya superaban los 45 grados volumétricos en el medio hasta alcanzar un máximo de 50.78% m/v en la muestra Y<sub>231</sub>.

Al adicionarse las concentraciones de metabisulfito a 150 ppm se eliminó toda posibilidad a que la levadura pudiera seguir fermentando los azúcares y consiguiera seguir reproduciéndose.

Badui (2013) revela que en concentraciones empleadas de entre 200-300 ppm no generan olores indeseables ni son tóxicos para la mayoría de los individuos; ya que mediante la enzima sulfito oxidasa se metabolizan y se eliminan en la orina como sulfato sin ningún efecto dañino.

Escalante et al. (2011) menciona que la OIV (Organización Internacional de la Viña y el Vino) recomienda dosis entre 150 a 400 mg/L de sulfito, dependiendo del tipo de vino a producirse.

#### 4.5. DIAGRAMA DE FLUJO Y BALANCE DE MATERIALES

La Figura 4.19 y 4.20 muestran el Diagrama de Flujo y Balance de materiales respectivamente, definido para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*).

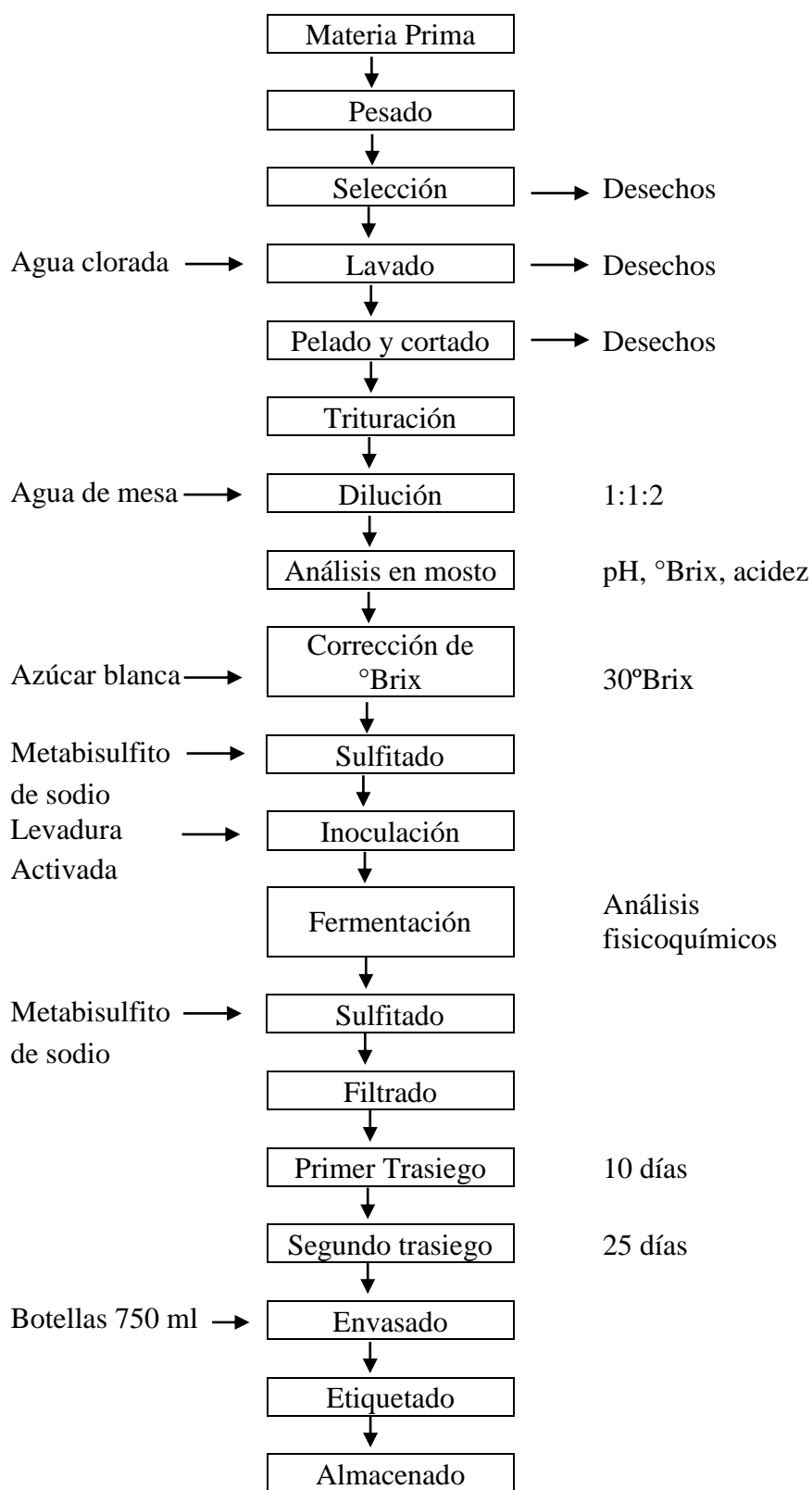
Se detallaron estos mismos en función a los resultados para la mejor muestra, el proceso incluye todos los pasos realizados desde el transcurso del recibimiento de las materias primas hasta la finalización de los procesos.

Se procesaron tres litros de mosto fermentable a partir del uso de 2.468 y 1.034 Kg de maracuyá y papaya respectivamente, se tomaron muestras de entre 10 a 20 ml para las determinaciones fisicoquímicas.

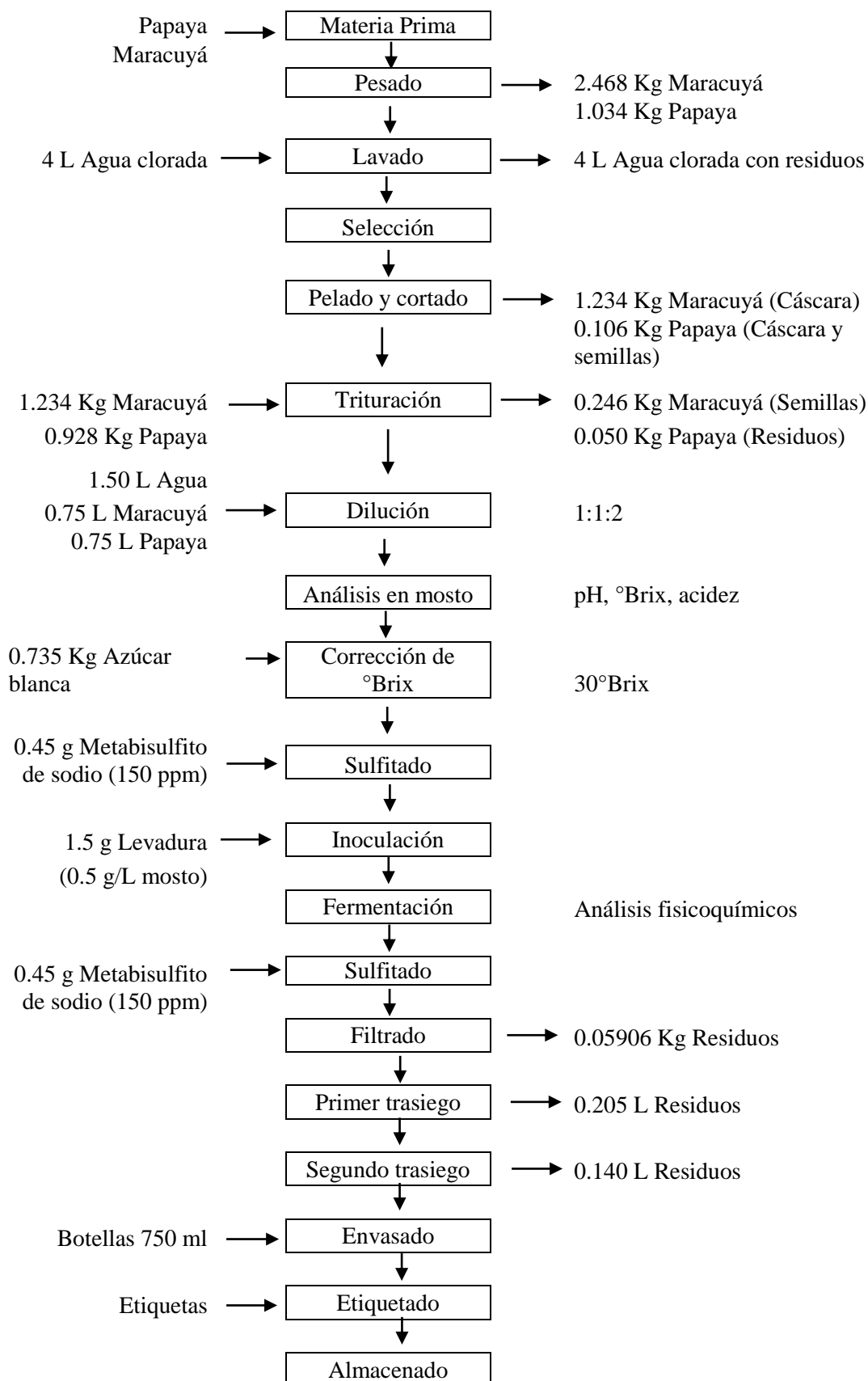
Fue importante controlar las condiciones de extracción de muestras ya que constituye un punto de control para el mantenimiento de los procesos de fermentación. El medio se aisló en el recipiente para evitar la contaminación de este y se produjeran productos indeseables o el cese de la fermentación, de manera que el sistema de desfogue proporcionado por el grifo hermético instalado fue de gran utilidad.

Se requirió un tiempo total de entre 25 a 27 días para completar los procesos de elaboración del licor, las etapas que requirieron más tiempo de procesamiento fueron las comprendidas entre el primer y segundo trasiego ya que se requirió de la precipitación de las sustancias insolubles al fondo del recipiente para poder separar las fases formadas.

Las actividades de preparación del medio para dar inicio a los procesos fermentativos ocuparon un menor tiempo ya que involucran el manejo sencillo de las frutas en operaciones tales como el pesado, lavado, pelado y triturado.



**Figura 4.19. Diagrama de flujo para la elaboración de licor a partir de papaya (*Carica papaya L.*) y maracuyá (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*).**



**Figura 4.20. Balance de materiales de la elaboración licor a partir de papaya y maracuyá.**

#### 4.6. EVALUACIÓN DE COSTOS A NIVEL DE LABORATORIO

Se obtuvo los costos siguiendo como referencia los tomados por Gonzales (2012). Se consideraron los precios unitarios de los materiales directos e indirectos que participaron en el flujograma, tales como la cantidad de materias primas (Kg de papaya y maracuyá), levadura, azúcar, entre otros detallados en el Cuadro 4.21.

**Cuadro 4.21. Análisis de costos de materiales directos e indirectos**

Materiales	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Maracuyá	Kg	2.468	0.89	2.19
Papaya	Kg	1.034	1.90	1.96
Azúcar	Kg	0.735	1.20	0.88
Levadura	g	1.50	0.2	0.30
Metabisulfito	g	0.45	0.032	0.01
Agua de mesa	L	1.50	0.40	0.60
Agua destilada	L	1.00	1.85	1.85
Envases (750 ml)	Unid	3	0.50	1.70
Etiquetas	Unid	3	0.10	0.30
SUB TOTAL				9.03

Para el costo de los equipos utilizados se recurrió a la búsqueda web de los precios en catálogos y proveedores de páginas de comercio libre. El costo total se fijó tomando como referencia las horas utilizadas del equipo en el laboratorio, la vida útil de estos medida en años, el costo anual tomado del costo del equipo dividido entre su vida útil. El costo total encontrado en relación al costo anual y el tiempo de uso que se aprecia en el Cuadro 4.22.

**Cuadro 4.22. Análisis de costos a nivel laboratorio de equipamiento usado**

Equipos	Costo (S/.)	Horas usadas	Vida útil	Costo anual (S/.)	Costo total
Balanza electrónica CAMRY	49.9	1	10	4.99	0.0006
Balanza analítica AND GX-200	1135.08	1	10	113.51	0.0130
Licuada OSTER	289	1	10	28.90	0.0033
Refractómetro ATAGO N-1EBX	327.97	0.5	5	65.59	0.0037
Potenciómetro TRACER	136.14	0.5	5	27.23	0.0016
Alcohómetro	69	1	2	34.50	0.0039
Termómetro	100	1	2	50.00	0.0057
Cocina eléctrica	262.37	1	10	26.24	0.0030
Equipo de destilación	402.95	1	5	80.59	0.0092
Balde 4 L SUMAC, espita hermética REY y manguera	8.5	384	5	1.70	0.0745
Utensilios varios	100	3	5	20.00	0.0068
SUB TOTAL					0.1250



Asimismo, el costo de los servicios se calculó de acuerdo al consumo total del mismo en la elaboración del producto, se basó en el precio fijado en los recibos de energía contratada vigente en los últimos meses y se calculó la potencia consumida en relación a los aparatos electrónicos usados en el proceso.

**Cuadro 4.23. Análisis de costos de servicios y personal requerido**

Servicios	Unidad	Consumo	Costo unitario		Costo total
Agua	m3	4	0.6856		2.74
Luz	kW	1.7	0.6318		1.07
SUB TOTAL					3.82
Personal	Sueldo (S/.)	Costo por día	Costo por hora (S/.)	Horas Usadas	Total
Operario	950.00	30.65	3.831	8	30.65
SUB TOTAL					30.65

Se utilizó como base el balance de materiales del licor producido en laboratorio para obtener un costo promedio de una botella de 750 ml para la venta al público. Se encontró que el precio unitario al mercado se podría situar en S/. 18.00 soles.

Según la evaluación de costos a nivel de laboratorio para proceso de obtención del producto final se determinó que el costo promedio en producir una botella de 750 ml de licor de papaya y maracuyá fue de 14.79, siendo la utilidad de 3.21 soles (Cuadro 4.24), considerándose esta como la diferencia entre el precio de venta el costo unitario.

**Cuadro 4.24. Evaluación de costo por botella y utilidad**

Costos evaluados	Costo (S/.)
Costo de producción	44.38
Costo Unitario (S/.)	14.79
Precio de venta (Botella 750 ml) (S/.)	18.00
Utilidad por botella	3.21
Utilidad total	9.62

En base a esto se encontró que la utilidad total de producir las botellas licor fue de S/. 3.46, el precio al mercado de esta bebida se encuentra en un rango que puede competir con otras que ya se encuentran en el mercado tales como los vinos tintos, blancos y rose, además de otros licores que emplean otras frutas exóticas.

## CONCLUSIONES

Se determinaron las cualidades fisicoquímicas de °Brix, pH y acidez (g ác. cítrico/L) de la materia prima antes de iniciarse el proceso, las cuales fueron de 11.5, 5.16 y 5.312 para el maracuyá y de 9.0, 6.93 y 0.256 respectivamente.

Se obtuvo el licor a partir de papaya y maracuyá bajo la concentración inicial de 30°Brix y dilución del medio fermentativo de 1:1:2, donde el porcentaje de participación de las pulpas es el mismo. La manipulación de los factores y sus niveles en esta experimentación fue estadísticamente significativa, así también la comparación de las medias.

Las características fisicoquímicas del producto final es de 18.24 °Brix, pH de 5.24 y acidez de 1.284 g ác. Cítrico/L, con 55.23% V/V grados alcohólicos a 20.01°C y sumatoria de componentes volátiles de 515.90 mg/100 ml.

Con propiedades organolépticas definidas para un color amarillo claro, limpio y profundo, de olor característico al maracuyá y alcohol, el sabor es dulce, fresco y estructurado, de apreciación global consistente y equilibrada. Ausencia total de microorganismos en el producto final.

Se diseñó la estructura del diagrama de flujo y balance de materiales del proceso de elaboración del producto final, presentando un rendimiento de  $83.33 \pm 2.357$  en relación al volumen inicial que entró al proceso y el volumen resultante.

La evaluación de costos a nivel de laboratorio para proceso de obtención del producto final determinó que el costo por producir una botella de licor de papaya y maracuyá fue de 14.79 soles, con un precio al mercado de 18.00 soles.

## RECOMENDACIONES

Se debe tomar en cuenta el estado de maduración de las frutas que entrarán en el proceso, ya un estado de madurez muy avanzado reducirá la concentración de azúcares producidos por la misma fruta.

Se sugiere controlar los procesos de fermentación para evitar contaminar el medio donde se desarrolla la levadura, ya que esto puede provocar el cese del metabolismo de la misma.

Se deben ir verificando los parámetros fisicoquímicos del mosto para tener cuidado de no excederse en el tiempo de fermentación del medio, esto puede ocasionar un licor demasiado seco y poco agradable al gusto.

Se aconseja evitar la oxidación del etanol obtenido al momento de cortar la fermentación, ya que esto generará la producción de compuestos indeseables en estas bebidas alcohólicas.

Realizar estudios de valor nutricional en el licor generado, asimismo evaluaciones cromatográficas y de espectrofotometría usando distintas concentraciones de azúcares totales y nutrientes añadidos para mejorar la fermentación del medio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACOSTA, C. (2012). Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel. Tesis. Magister en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia.
- AGUILAR, A. Y HERNÁNDEZ, D. (2006). Elaboración a nivel de laboratorio de vino a partir de fruta: manzana, naranja, papaya, pera y sandía. Tesis. Ingeniero químico. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, San Salvador, El Salvador.
- ALMANZA, P. (2011). Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (*Vitis vinífera L.*) bajo condiciones de clima frío tropical. Tesis. Doctor en Ciencias Agropecuarias. Bogotá, Colombia.
- ALVARADO, L. (2013). Fisiología y manejo post cosecha de la papaya (*Carica papaya L.*). Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- ÁLVAREZ, X. (2006). Producción controlada de congéneres en la producción de aguardiente mediante manipulación genética de microorganismos. Revista ICIDCA, 40(3), p. 35-43.
- AMAYA, J. (2009). “El cultivo del maracuyá” *Passiflora edulis form. Flavicarpa*. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú.
- ASOCIACIÓN MACROREGIONAL DE PRODUCTORES PARA LA EXPORTACIÓN - AMPEX (2006). Perfil de mercado de la maracuyá fresca (*Passiflora edulis*).
- BADUI, S. (2013). Química de los alimentos. México: PEARSON Educación.
- BLANCO, A. (2016). Modelamiento cinético de la fermentación alcohólica de miel de abejas a diferentes escalas de producción. Tesis para optar el título de Magister en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- CÁCEDA, C. Y Rodríguez Y. (2003). Producción de licor a partir de sacarosa suplementado con cáscara de naranja (*Citrus auriantus*) y maca (*Lepidium mellen walp.*) mediante el proceso fermentativo utilizando *Saccharomyces cereviceae* L51. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- CARRETERO, F. (2006). Innovación tecnológica en la industria de bebidas. Tesis de Maestría. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Barcelona. España.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL - CENTA (2010). Guía técnica del cultivo de la papaya. Disponible en: <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf> [Accesado el 01 de mayo de 2018].
- CODEX STAN 316-2014 (2014). Normas para las frutas de la pasión.
- CORONEL, M. (2008). Los vinos de frutas. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial, Av. Occidental y Mariana de Jesús. Quito, Ecuador.
- DE LAMA D. Y TEZÉN P. (2017). Estudio de prefactibilidad de la implementación de una empresa procesadora de arilos de granada y jugo concentrado de maracuyá para su exportación al mercado europeo. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- DE PAULA, T., HORII, J., Y ALCARDE, A., (2007). Viabilidad celular de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada en asociación con bacterias contaminantes de la fermentación alcohólica. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 27(1), p. 20-25.
- DE PAULA, C., MARTINEZ, A. P., Y NUÑEZ, M. (2014, Enero). Evaluación sensorial de una bebida deslactosada y Fermentada a partir de Lactosuero adicionada con pulpa de maracuyá. In Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos (CIBIA 9) (pp. 93-100).

- DULANTO, J. Y AGUILAR, M. (2011). Manejo integrado en producción y sanidad de maracuyá. Universidad Nacional Agraria la Molina. Guía técnica: AGROBANCO, Piura – Perú.
- ESCALANTE, W., RYCHTERA M., MELZUCH K., QUILLAMA, E., HATTA, B. (2011). Estudio de la actividad fermentativa de *Hansenula anomala* y producción de compuestos químicos de importancia sensorial. Revista Peruana de Biología, 18(3), p. 325-334.
- DIRECCIÓN GENERAL DE COMPETITIVIDAD AGRARIA - DGCA (2012). Exótica, nutritiva y productiva: La papaya de Madre de Dios. Disponible en: <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/casos-exitosos/2012/nota8-papaya-madre-de-dios> [Accesado el 17 de junio del 2015]
- FENNEMA, O. (2000). Química de los alimentos. 2da Ed. Acríbia Editorial. España. Pág. 515-561
- FULA, A. (2010). Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz. Tesis de grado para optar al título de especialista en ciencia y tecnología de alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO (2000). Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos). Disponible en: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm> [Accesado el 01 de mayo de 2018]
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO (2003). Manual Para la preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Del campo al mercado. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s07.htm> [Accesado el 01 de mayo del 2018]
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO (2007). Frutas y hortalizas frescas. Codex Alimentarius - Joint FAO/WHO Food Standards Series. Roma: Food & Agriculture Org.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO (2014). Productos frescos de frutas. Fichas técnicas. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf> [Accesado el 23 de mayo de 2018]
- GALVIS, M. (2009). Estudio del proceso de fermentación de glucosa para la producción de bioetanol a partir de levaduras nativas. Trabajo de grado para optar el título de Química. Universidad industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- GARCÍA, J. (1990). Técnicas analíticas para vinos. España: GAB.
- GARCÍA J. Y XIRAU M. (2005). Técnicas usuales de análisis en enología. España: Panreac.
- GARCÍA M. (2002). Cultivo de Maracuyá Amarillo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. La Libertad, El Salvador.
- GONZÁLEZ X. (2012). Desarrollo de una tecnología para elaborar una bebida alcohólica a partir de la grosella blanca (*Phyllanthusacidus*). Tesis de grado para obtener el título de Ingeniera en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
- GERENCIA REGIONAL DE AGRICULTURA – REGIÓN LA LIBERTAD – GRARLL, (2009). Reporte de inteligencia de Mercados: Maracuyá peruana, producto bandera de Perú. Disponible en: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/informe\\_inteligencia\\_de\\_mercado\\_maracuya.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/informe_inteligencia_de_mercado_maracuya.pdf) [Accesado el 8 de mayo del 2015]
- HATTA, B. (1993). Elaboración de vinos y vinagres de frutas. Perú: Editorial Rústica Hualtaco.
- HIDALGO, J. (2010). Tratado de Enología. España: Mundi-Prensa
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF (2000). Microorganismos de los alimentos. Sus significados y métodos de enumeración. Pag. 165-167.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI (2009). Perú:  
Consumo Per-Cápita de los principales alimentos 2008-2009.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI (2013).  
Producción Nacional: Octubre 2013. Informe Técnico N°12.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA - INEI (2014).  
Producción Nacional: Enero 2014. Informe Técnico N°3.
- JARAMILLO, J. (2005). Historia y filosofía de la medicina. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- JIMÉNEZ, J. (2002). Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. Costa Rica: EARTH Editorial.
- JIMÉNEZ J., BERISTAIN C., AZUARA E., ACOSTA N., y JIMÉNES M. (2014).  
Efecto de la adición de biopolímeros sobre la estabilidad de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* Flavicarpa). CIBIA, (2) 202-207
- LASTRA, J. (2012). Plan para la Elaboración de Licores de Frutas Tropicales del Ecuador. Trabajo De Titulación Previo a obtener el Título de Diplomado Superior en Gestión de Proyectos, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador.
- LOBO, M. (1995). Caracterización bioquímica de frutos de Papaya (*Carica papaya*, cv. *Sunrise*), hembra y hermafrodita, en relación con su aptitud al procesado por congelación. Memoria para optar el grado de Doctor en Farmacia. Universidad complutense de Madrid, Madrid, España.
- LÓPEZ, F. (2012) Historia general de las Indias: Diferencias. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=RFFf0aqWUyUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=RFFf0aqWUyUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [Accesado el 29 de mayo del 2015]
- LÓPEZ, J. (2007, 01 de noviembre). Hablando de vinos. Industria alimenticia. Disponible en: <https://www.industriaalimenticia.com/articles/85683-hablando-de-vinos-2> [Accesado el 01 mayo del 2018]



LOUISIANA STATE UNIVERSITY – LSU (2017). Desinfección del agua de lavado con cloro. Disponible en: <http://www.lsuagcenter.com/~media/system/1/b/6/c/1b6ce6720de9342cfb18a4c37d71430e/pub3448-span%20-20washwaterchlorinedisinfectionpdf.pdf> [Accesado el 01 de mayo de 2018]

MÁLAGA, C. Y RODRÍGUEZ, M. (2014). Proceso para la obtención de un néctar funcional a partir de sanky (*Corryocactus brevistylus*), maracuyá (*Passiflora edulis*) y agua mineral procedente de Yura. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. UNSA. Arequipa, Perú.

MAZARIEGOS, H. (2013). Determinación de la eficiencia de fermentación referida a los azúcares fermentables de los 4 fermentadores de una destilería de 300,000 litros de alcohol por día, utilizando como materia prima melaza. Trabajo de Graduación. Ingeniero Químico. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

MONTORO, J. (2010). Enciclopedia del vino: Destilados y licores. Lima: Editorial Cantabria.

MONTOYA, Á., LONDOÑO, J. Y MÁRQUEZ, C. (2005). Licor de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) con diferentes porcentajes de pulpa. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 58(2), 2963-2974.

MUÑOZ, J. (2010). Las bebidas alcohólicas en la historia de la humanidad. México: AAPAUNAM.

NORMA TÉCNICA PERUANA - NTP 211.001 (2006). Bebidas alcohólicas. Pisco. Requisitos

NORMA TÉCNICA PERUANA - NTP 211.009 (2012). Bebidas alcohólicas. Licores. Requisitos

- OBEROI, H., BABBAR, N., SANDHU, S., DHALIWAL, S., KAUR, U., CHADHA, B., Y BHARGAV, V. (2012). Ethanol production from alkali-treated rice straw via simultaneous saccharification and fermentation using newly isolated thermotolerant *Pichia kudriavzevii* HOP-1. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 39(4), p. 557-566.
- ORÉ, L. (2007). Evaluación del tratamiento térmico en conserva mixta de papaya (*Carica papaya L.*) y cocona (*Solanum tojiro*) en envases de hojalata. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- PUERTA, G. (2010). Fundamentos del Proceso de Fermentación en el Beneficio del Café. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Caldas, Colombia.
- PÁRAMO, L. y PECK, L. (2006). Determinación de parámetros a nivel de laboratorio para la producción de vinos a partir de frutas tropicales producidas en Nicaragua. *Nexo Revista Científica*, 19(2), p. 101-107.
- PALTRINIERI, G. y FIGUEROLA, F. (1997). Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas: Manual técnico (No. Q02-07). TCA FAO DGIS PNUD.
- REGLAMENTO (CE) N° 2870/2000 (2000) Métodos comunitarios de referencia para el análisis de las bebidas espirituosas.
- REYES, M., GÓMEZ-SÁNCHEZ, I., ESPINOZA, C., BRAVO, F. Y GANOZA, L. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud: Lima.
- REINA, C., DUSSAN, S., Y SÁNCHEZ, R. (1999). Manejo post cosecha y evaluación de la calidad de maracuyá (*Passiflora Edulissims*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4692/1/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20maracuya.pdf> [Accesado el 01 de mayo de 2018]

- ROJAS, M. (2012). Investigación de la historia del vino ecuatoriano y su maridaje con la gastronomía típica ecuatoriana. Tesis para la optar al título de licenciada en administración gastronómica, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- SALAZAR, I. (2007). Estrategia para posicionar la papaya procedente de Leoncio Prado (Huánuco) en el mercado Nacional. Tesis para optar el grado académico de magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- SANCHIS, C. Y ARAGÓN, C. (2007). ¿Qué bebemos cuando bebemos? El papel del acetaldehído en el consumo de alcohol. *Adicciones*, 19(1), p. 2.
- SANTOS, M. (2013). Elaboración de una bebida fermentada con alta actividad antioxidante a partir del fruto falso de marañón (*Anacardium occidentale* L.). Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Alimentarias. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- SAÑUDO, J., SILLER, J., OSUNA, T., MUY, D., LÓPEZ, G., Y LABAVITCH, J. (2008). Control de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y ácido 2-cloroetil fosfónico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(2), p. 141-147.
- SCOTTO, C. (2010) Consultoría sobre el análisis de la pertinencia del uso de la biotecnología moderna, identificación de aplicaciones específicas. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wpcontent/uploads/sites/21/2014/02/ovmeconomicoambientalcscottotofebrero-2011.pdf> [Accesado el 01 de junio del 2015]
- SERNA, L. Y LÓPEZ, S. (2010). Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del Programa de tecnología química de la universidad tecnológica de Pereira. Tesis para optar el título de Tecnología Química. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.

- TORRES, R., MONTES, E., PÉREZ, O. Y ANDRADE, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*. 24(3), p. 51-56.
- VALENCIA, F. (2010). *Enología: vinos, aguardientes y licores*. Buenos Aires: Editorial Vértice.
- VINICIO, M., CASTRO-BARQUERO, L. y GONZÁLEZ-CALVO J. (1991). Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida post cosecha y la calidad de los frutos del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*). *Agronomía Costarricense*. 15(1/2), p 79-83.
- ZAVALETA, B. (2016). Manejo Agronómico del maracuyá amarillo *Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* en Conache, Laredo – Trujillo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- ZURDO, D. Y GUTIÉRREZ, A. (2004). *El libro de los licores de España*. España: Robinbook Ediciones.

## ANEXOS

### Anexo 01. Ingredientes de ensayos y condiciones del mosto para fermentar en cada tratamiento

Muestras	Peso Inicial (Kg)	Descarte (Kg), (cascaras y pepas)	Peso Final (Kg)	Volumen Final (L)	Rendimiento de pulpa (%)
Maracuyá	48.7	29.2	19.5	14.8	40.04
Papaya	21.5	4.4	17.8	15.6	82.79

### Anexo 02. Volúmenes usados en la preparación del mosto de tratamientos.

Muestra	Papaya (L)	Maracuyá (L)	Agua (L)	TOTAL (L)
Y <sub>111</sub>	1	1	1	3
Y <sub>121</sub>	1	1	1	3
Y <sub>131</sub>	1	1	1	3
Y <sub>211</sub>	0.75	0.75	1.5	3
Y <sub>221</sub>	0.75	0.75	1.5	3
Y <sub>231</sub>	0.75	0.75	1.5	3
Y <sub>311</sub>	0.6	1.2	1.2	3
Y <sub>321</sub>	0.6	1.2	1.2	3
Y <sub>331</sub>	0.6	1.2	1.2	3
<b>Total</b>	14.1	17.7	22.2	54

### Anexo 03. Azúcar adicionada a las diluciones

MUESTRA	°Brix inicial	°Brix final	Azúcar adicionada (gr.)
Y <sub>111</sub>	7.5	20	375
Y <sub>121</sub>	7.5	25	525
Y <sub>131</sub>	7.5	30	675
Y <sub>211</sub>	5.5	20	435
Y <sub>221</sub>	5.5	25	585
Y <sub>231</sub>	5.5	30	735
Y <sub>311</sub>	7	20	390
Y <sub>321</sub>	7	25	540
Y <sub>331</sub>	7	30	690

**Anexo 04. Índice de factibilidad enológica de mostos de tratamientos.**

Tratamiento	Acidez inicial	°Brix inicial	IFE
Y <sub>111</sub>	2.8160	20	821.38
Y <sub>112</sub>	2.6880	20	816.77
Y <sub>121</sub>	2.4960	25	989.86
Y <sub>122</sub>	2.5600	25	992.16
Y <sub>131</sub>	2.6880	30	1176.77
Y <sub>132</sub>	2.4960	30	1169.86
Y <sub>211</sub>	1.7920	20	784.51
Y <sub>212</sub>	1.6640	20	779.90
Y <sub>221</sub>	1.4720	25	952.99
Y <sub>222</sub>	1.4080	25	950.69
Y <sub>231</sub>	1.1520	30	1121.47
Y <sub>232</sub>	1.0880	30	1119.17
Y <sub>311</sub>	2.5088	20	810.32
Y <sub>312</sub>	2.4076	20	806.67
Y <sub>321</sub>	2.2656	25	981.56
Y <sub>322</sub>	2.1326	25	976.77
Y <sub>331</sub>	2.2400	30	1160.64
Y <sub>332</sub>	2.2445	30	1160.80

**Anexo 05. Respuestas experimentales de °Brix durante la fermentación.**

Tratamiento	Tiempo (horas)				
	0	24	48	72	96
Y <sub>111</sub>	20	16	7.5	6.5	6.5
Y <sub>112</sub>	20	16	7.5	6.5	6.5
Y <sub>121</sub>	25	21.5	15	12	10.5
Y <sub>122</sub>	25	22	15	12.2	11
Y <sub>131</sub>	30	27.9	23.1	19.5	17.5
Y <sub>132</sub>	30	28.1	22.9	19	18
Y <sub>211</sub>	20	15	7.5	6.5	6.5
Y <sub>212</sub>	20	15.1	8.2	6.5	6.5
Y <sub>221</sub>	25	23.3	16.1	13.3	12.1
Y <sub>222</sub>	25	23.2	15.8	13	12
Y <sub>231</sub>	30	29	21.3	20	18.8
Y <sub>232</sub>	30	28.5	21.5	20	19
Y <sub>311</sub>	20	16.0	8.0	7.0	6.5
Y <sub>312</sub>	20	15.5	8.3	7.0	6.5
Y <sub>321</sub>	25	22.0	15.2	11.2	10.2
Y <sub>322</sub>	25	22.1	14.8	10.8	10.0
Y <sub>331</sub>	30	28.0	23.1	19.2	18.0
Y <sub>332</sub>	30	27.7	22.8	18.0	18.0

**Anexo 06. Respuestas experimentales del pH durante la fermentación.**

Tratamiento	Tiempo (horas)				
	0	24	48	72	96
Y <sub>111</sub>	5.10	5.17	5.25	5.40	5.45
Y <sub>112</sub>	5.11	5.16	5.24	5.40	5.46
Y <sub>121</sub>	5.19	5.23	5.28	5.36	5.39
Y <sub>122</sub>	5.20	5.25	5.27	5.34	5.38
Y <sub>131</sub>	5.36	5.25	5.20	5.18	5.15
Y <sub>132</sub>	5.28	5.24	5.15	5.14	5.14
Y <sub>211</sub>	5.16	5.19	5.25	5.35	5.40
Y <sub>212</sub>	5.15	5.19	5.26	5.40	5.40
Y <sub>221</sub>	5.26	5.23	5.19	5.21	5.25
Y <sub>222</sub>	5.24	5.19	5.17	5.21	5.25
Y <sub>231</sub>	5.28	5.24	5.20	5.23	5.24
Y <sub>232</sub>	5.32	5.27	5.22	5.23	5.25
Y <sub>311</sub>	5.12	5.17	5.25	5.39	5.44
Y <sub>312</sub>	5.14	5.17	5.23	5.36	5.42
Y <sub>321</sub>	5.21	5.23	5.25	5.32	5.35
Y <sub>322</sub>	5.22	5.22	5.22	5.31	5.33
Y <sub>331</sub>	5.31	5.25	5.18	5.18	5.17
Y <sub>332</sub>	5.33	5.23	5.16	5.16	5.17

**Anexo 07. Respuestas experimentales de acidez (gr ácido cítrico/L) durante la fermentación**

Tratamiento	Tiempo (horas)				
	0	24	48	72	96
Y <sub>111</sub>	2.816	0.96356	1.408	1.408	1.344
Y <sub>112</sub>	2.688	1.472	1.408	1.344	1.376
Y <sub>121</sub>	2.496	1.6	1.472	1.28	1.28
Y <sub>122</sub>	2.56	1.408	1.408	1.344	1.28
Y <sub>131</sub>	2.688	1.408	1.408	1.344	1.216
Y <sub>132</sub>	2.496	1.344	1.28	1.152	1.152
Y <sub>211</sub>	1.792	1.088	0.96	0.96	0.928
Y <sub>212</sub>	1.664	1.216	1.024	0.96	0.96
Y <sub>221</sub>	1.472	1.12	0.96	0.928	0.896
Y <sub>222</sub>	1.408	1.024	0.928	0.928	0.864
Y <sub>231</sub>	1.152	1.088	0.96	0.96	0.928
Y <sub>232</sub>	1.088	1.088	0.96	0.96	0.96
Y <sub>311</sub>	2.5088	1.408	1.3056	1.2736	1.2608
Y <sub>312</sub>	2.4076	1.359	1.3210	1.3011	1.2736
Y <sub>321</sub>	2.2656	1.4016	1.3184	1.2224	1.1840
Y <sub>322</sub>	2.1326	1.4000	1.3211	1.2345	1.1904
Y <sub>331</sub>	2.2400	1.3056	1.2544	1.1776	1.1264
Y <sub>332</sub>	2.2445	1.3232	1.1544	1.1400	1.1328

**Anexo 08. Respuestas experimentales del °Brix en los trasiegos**

Tratamiento	Tiempo (días)				
	8	12	16	20	25
Y <sub>111</sub>	6.5	6.4	6.37	6.35	6.35
Y <sub>112</sub>	6.5	6.5	6.4	6.35	6.35
Y <sub>121</sub>	10.5	10.7	10.5	10.4	10.3
Y <sub>122</sub>	11.0	10.7	10.4	10.3	10.3
Y <sub>131</sub>	17.5	17.7	17.6	17.5	17.46
Y <sub>132</sub>	18.0	17.9	17.7	17.5	17.45
Y <sub>211</sub>	6.5	6.4	6.25	6.25	6.25
Y <sub>212</sub>	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Y <sub>221</sub>	12.1	12	12	12	11.8
Y <sub>222</sub>	12.0	11.9	11.8	11.8	11.8
Y <sub>231</sub>	18.8	18.5	18.3	18.25	18.24
Y <sub>232</sub>	19.0	18.8	18.5	18.3	18.3
Y <sub>311</sub>	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Y <sub>312</sub>	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Y <sub>321</sub>	10.2	10.1	10.1	10	10
Y <sub>322</sub>	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Y <sub>331</sub>	18.0	17.8	17.6	17.5	17.5
Y <sub>332</sub>	18.0	17.9	17.5	17.5	17.5

**Anexo 09. Respuestas experimentales del pH en los trasiegos**

Tratamiento	Tiempo (días)				
	8	12	16	20	25
Y <sub>111</sub>	5.45	5.45	5.44	5.44	5.44
Y <sub>112</sub>	5.46	5.46	5.46	5.45	5.45
Y <sub>121</sub>	5.39	5.38	5.37	5.37	5.37
Y <sub>122</sub>	5.38	5.38	5.38	5.38	5.38
Y <sub>131</sub>	5.15	5.14	5.14	5.14	5.14
Y <sub>132</sub>	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14
Y <sub>211</sub>	5.4	5.4	5.38	5.38	5.38
Y <sub>212</sub>	5.4	5.4	5.38	5.38	5.39
Y <sub>221</sub>	5.25	5.24	5.24	5.21	5.21
Y <sub>222</sub>	5.25	5.24	5.23	5.23	5.22
Y <sub>231</sub>	5.24	5.24	5.24	5.24	5.24
Y <sub>232</sub>	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
Y <sub>311</sub>	5.44	5.43	5.43	5.44	5.43
Y <sub>312</sub>	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42



Continuación de cuadro

<b>Y<sub>321</sub></b>	5.35	5.35	5.34	5.34	5.34
<b>Y<sub>322</sub></b>	5.33	5.33	5.33	5.33	5.33
<b>Y<sub>331</sub></b>	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17
<b>Y<sub>332</sub></b>	5.17	5.17	5.17	5.17	5.17

**Anexo 10. Respuestas experimentales de acidez (gr ácido cítrico/L) en trasiegos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo (días)</b>				
	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>Y<sub>111</sub></b>	1.3440	1.3501	1.3480	1.3440	1.3430
<b>Y<sub>112</sub></b>	1.3760	1.3660	1.3660	1.3550	1.3400
<b>Y<sub>121</sub></b>	1.2800	1.2600	1.2500	1.2480	1.2480
<b>Y<sub>122</sub></b>	1.2800	1.2720	1.2630	1.2550	1.2450
<b>Y<sub>131</sub></b>	1.2160	1.1500	1.1320	1.1200	1.1190
<b>Y<sub>132</sub></b>	1.1520	1.1520	1.1520	1.1520	1.1520
<b>Y<sub>211</sub></b>	0.9280	0.9320	0.9400	0.9420	0.9440
<b>Y<sub>212</sub></b>	0.9600	0.9580	0.9520	0.9480	0.9450
<b>Y<sub>221</sub></b>	0.8960	0.8700	0.8620	0.8480	0.8470
<b>Y<sub>222</sub></b>	0.8640	0.8600	0.8570	0.8500	0.8500
<b>Y<sub>231</sub></b>	0.9280	0.9120	0.8910	0.8800	0.8790
<b>Y<sub>232</sub></b>	0.9600	0.9000	0.8850	0.8800	0.8800
<b>Y<sub>311</sub></b>	1.2608	1.2560	1.2510	1.2480	1.2480
<b>Y<sub>312</sub></b>	1.2736	1.2736	1.2736	1.2736	1.2736
<b>Y<sub>321</sub></b>	1.1840	1.1870	1.1860	1.1840	1.1840
<b>Y<sub>322</sub></b>	1.1904	1.1880	1.1880	1.1850	1.1835
<b>Y<sub>331</sub></b>	1.1264	1.1280	1.1250	1.1200	1.1200
<b>Y<sub>332</sub></b>	1.1328	1.1320	1.1300	1.1234	1.1223

**Anexo 11. Respuestas experimentales finales para los tratamientos**

Tratamiento	°Brix	pH	Acidez total
Y <sub>11</sub>	6.35	5.44	1.343
Y <sub>12</sub>	10.3	5.37	1.248
Y <sub>13</sub>	17.46	5.14	1.119
Y <sub>21</sub>	6.25	5.38	0.944
Y <sub>22</sub>	11.8	5.21	0.847
Y <sub>23</sub>	18.24	5.24	0.879
Y <sub>31</sub>	6.5	5.43	1.248
Y <sub>32</sub>	10	5.34	1.284
Y <sub>33</sub>	17.5	5.17	1.120

**Anexo 12. Determinación de rendimiento obtenido en el producto final**

Tratamiento	Mosto inicial (L)	Producto final (L)	Rendimiento (%)
Y <sub>11</sub>	3.00	2.038 ± 0.02	67.92 ± 0.589
Y <sub>12</sub>	3.00	2.283 ± 0.01	76.08 ± 0.354
Y <sub>13</sub>	3.00	2.325 ± 0.07	77.50 ± 2.357
Y <sub>21</sub>	3.00	2.175 ± 0.07	72.50 ± 2.357
Y <sub>22</sub>	3.00	2.344 ± 0.06	78.13 ± 2.074
Y <sub>23</sub>	3.00	2.500 ± 0.07	83.33 ± 2.357
Y <sub>31</sub>	3.00	2.325 ± 0.04	77.50 ± 1.179
Y <sub>32</sub>	3.00	2.538 ± 0.05	84.58 ± 1.768
Y <sub>33</sub>	3.00	2.700 ± 0.00	90.00 ± 0.000

**Anexo 13. Grados alcohólicos finales en tratamientos**

Tratamientos	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>33</sub>
Grado alcohólico final (%V/V)	49.0	51.0	52.5	49.5	53.5	56.0	48	53	57.0
	50.0	51.5	54.0	49.0	53.0	55.0	48.5	52.5	57.0

**Anexo 14. Resultado de las pruebas sensoriales para los tratamientos de licor de maracuyá y papaya**

Factor 1	Dilución	1:1:1			1:1:2			1:2:2		
Factor 2	°Brix	20°	25°	30°	20°	25°	30°	20°	25°	30°
Aspecto	Evaluación	Y111	Y121	Y131	Y211	Y221	Y231	Y311	Y321	Y331
Designación en prueba		344	790	186	729	281	266	968	205	385
Visual	Color	26	45	78	25	62	94	31	49	80
	Limpidez	23	41	75	21	61	93	32	50	77
	Brillantez	23	41	75	22	60	93	38	50	76
	Fluidez	24	42	74	23	59	93	30	53	78
Olfativo	Intensidad	24	40	77	21	55	98	21	46	77
	Calidad	24	39	76	20	58	96	28	52	75
	Armonía	22	39	76	20	56	96	20	40	74
Gustativo	Intensidad	24	42	77	23	58	96	32	53	82
	Calidad	23	41	76	21	57	95	23	49	80
	Equilibrio	22	41	76	21	59	94	22	52	76
Sensaciones complementarias	Persistencia	23	39	78	22	56	94	30	51	75
	Apreciación global	22	40	76	21	56	94	22	50	73
SUMA TOTAL		280	490	914	260	697	1136	329	595	923
Puntuación general		1.17	2.04	3.81	1.08	2.90	4.73	1.37	2.48	3.85
Posición		8	6	3	9	4	1	7	5	2

**Anexo 15. Aspectos sensoriales de encuesta realizada****Aspecto visual del análisis**

Evaluación	Descripción
Limpidez	Positivos: luminoso, cristalino, brillante, limpio, claro. Negativos: mate, opaco, turbio, sucio, lechoso, opalescente
Color	Incoloro, insuficiente, débil, descubierto, ligero, pálido, correcto, fuerte, mucha capa, cubierto, profundo, intenso.
Brillantez	Matices: amarillo (pálido, claro, verdoso), pajizo, dorado, miel, oro viejo, ámbar claro, ámbar, cobrizo, pardo, caramelo.
Fluidez	Fluido, ligero, untuoso, espeso, graso, viscoso, denso.

**Aspecto olfativo del análisis**

Intensidad	Débil, neutro, pobre, discreto, aromático, abierto, intenso, fuerte, desarrollado, potente.
Calidad (Franqueza)	Positivos: limpio, franco, leal, sano. Negativos: dudoso, defectuoso, alterado, enfermo.
Aromas	Afrutado, etéreos (de fermentación, alcoholes, ésteres), químicos (azufre, sulfhídrico, yodo), vegetales.

**Aspecto gustativo del análisis**

Compuestos dulces (Intensidad)	Seco, suave, abocado, aterciopelado, dulce, licoroso, jarabe.
Compuestos ácidos (Calidad)	Positivos: tierno, fresco, vivo, nervioso. Negativos: soso, plano, verde, ácido, mordiente, acerbo, agresivo, avinagrado
Compuestos astringentes y amargos (Equilibrio)	Fino, elegante, estructurado, áspero, herbáceo, astringente, tánico, rudo, grosero, duro, amargo.

**Sensaciones complementarias del análisis**

Contenido alcohólico (Persistencia)	Aguado, débil, pobre, pequeño, ligero, cálido, potente, generoso, fuerte, robusto, viril, fortificado, encabezado, cabezón, espirituoso.
Apreciación global	Lleno, carnoso, redondo, consistente, voluminoso, pequeño, delgado, banal, breve, filiforme, anguloso, punzante, común, completo, armónico, franco, equilibrado, elegante, pesado, complejo, típico, rico, viril, tierno, delicado, femenino, persistente, sólido, rústico, amable, joven, nuevo, viejo, pasado, decrepito.

Fuente: Sánchez, Bota y De Castro (1999). Elaboración propia

## Anexo 16. Ficha de análisis sensorial a panelistas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad mencionadas en el cuadro adjunto. Califique de acuerdo a su percepción basándose en los valores mencionados en la leyenda.

		MUESTRAS								
Aspecto	Evaluación	344	790	186	729	281	266	968	205	385
Visual	Color									
	Limpidez									
	Brillantez									
	Fluidez									
Olfativo	Intensidad									
	Calidad									
	Armonía									
Gustativo	Intensidad									
	Calidad									
	Equilibrio									
Sensaciones complementarias	Persistencia									
	Apreciación global									

Leyenda:

1: Deficiente                      2: Regular                      3: Bueno                      4: Muy bueno                      5: Excelente

Comentarios:

---



---



---

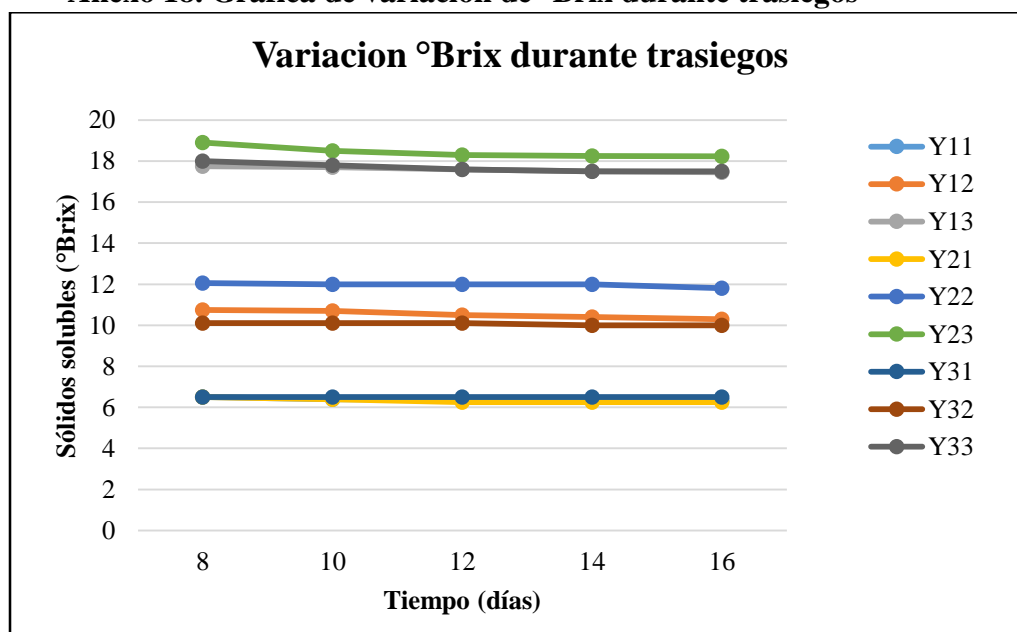
¡Muchas gracias!!!

### Anexo 17. Escala hedónica para análisis organoléptico

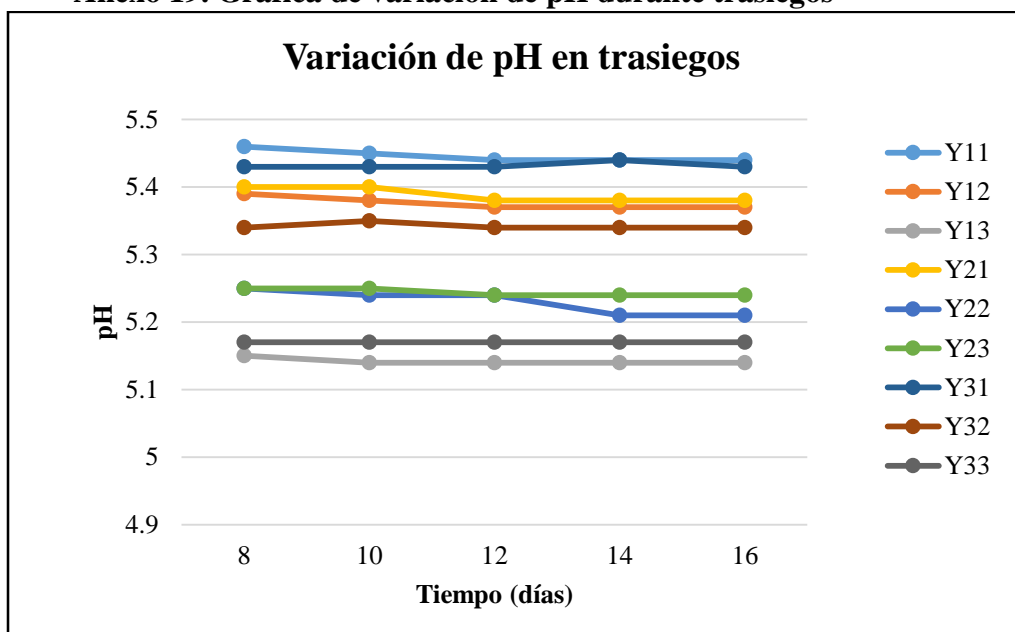
Aspecto	Evaluación	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
Visual	Color	1	2	3	4	5
	Limpidez	1	2	3	4	5
	Brillantez	1	2	3	4	5
	Fluidez	1	2	3	4	5
Olfativo	Intensidad	1	2	3	4	5
	Calidad	1	2	3	4	5
	Armonía	1	2	3	4	5
Gustativo	Intensidad	1	2	3	4	5
	Calidad	1	2	3	4	5
	Equilibrio	1	2	3	4	5
Sensaciones Complementarias	Persistencia	1	2	3	4	5
	Apreciación Global	1	2	3	4	5

Fuente: Montoro (2010)

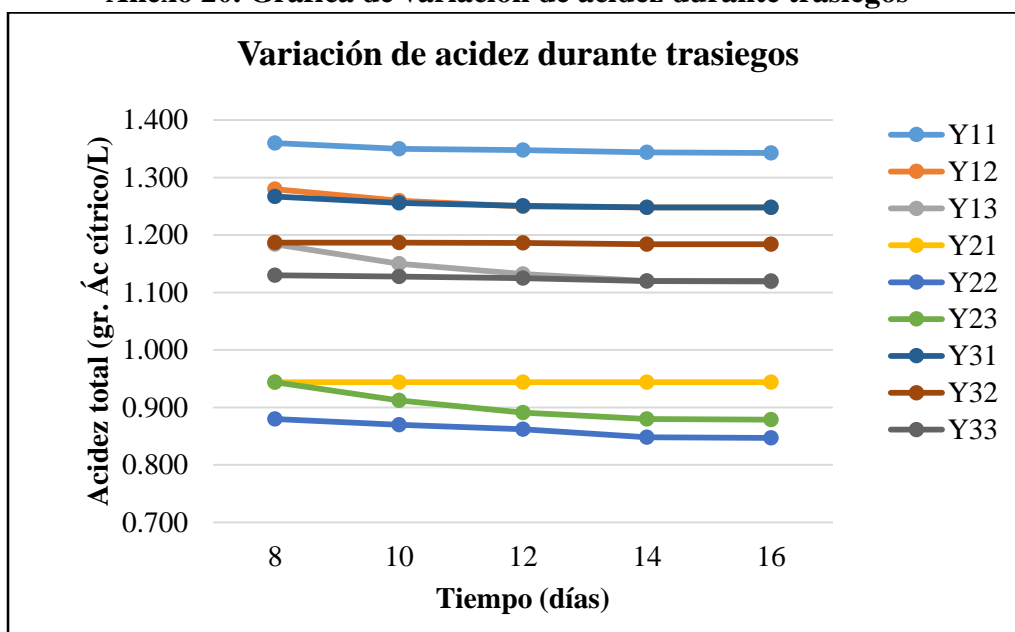
### Anexo 18. Gráfica de variación de °Brix durante trasiegos



**Anexo 19. Gráfica de variación de pH durante trasiegos**



**Anexo 20. Gráfica de variación de acidez durante trasiegos**



### Anexo 21. Prueba de Duncan para °Brix finales

Factor	Nivel	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos	Contraste	Sig.	Diferencia
°Brix iniciales	20	6	6.40833	0.0247581	X	20 - 25	*	-4.29167
	25	6	10.7	0.0247581	X	20 - 30	*	-11.3333
	30	6	17.7417	0.0247581	X	25 - 30	*	-7.04167
	1:02:02	6	11.3333	0.0248581	X	1:1:1 - 1:1:2	*	-0.78
Dilución	1:01:01	6	11.3683	0.0248581	X	1:1:1 - 1:2:2	-	0.035
	1:01:02	6	12.1483	0.0248581	X	1:1:2 - 1:2:2	*	0.815

### Anexo 22. Prueba de Duncan para pH

Factor	Nivel	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos	Contraste	Sig.	Diferencia
°Brix iniciales	20	6	5.185	0.00254588	X	20 - 25	*	0.11
	25	6	5.30833	0.00254588	X	20 - 30	*	0.233333
	30	6	5.41833	0.00254588	X	25 - 30	*	0.123333
	1:02:02	6	5.28167	0.00254588	X	1:1:1 - 1:1:2	*	0.03
Dilución	1:01:01	6	5.31	0.00254588	X	1:1:1 - 1:2:2	*	0.015
	1:01:02	6	5.32	0.00254588	X	1:1:2 - 1:2:2	*	-0.015

### Anexo 23. Pruebas de Duncan para Acidez

Factor	Nivel	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos	Contraste	Sig.	Diferencia
°Brix iniciales	20	6	1.04538	0.00405848	X	20 - 25	*	0.08935
	25	6	1.09292	0.00405848	X	20 - 30	*	0.136883
	30	6	1.18227	0.00405848	X	25 - 30	*	0.0475333
	1:02:02	6	0.890833	0.00405848	X	1:1:1 - 1:1:2	*	0.350333
Dilución	1:01:01	6	1.18857	0.00405848	X	1:1:1 - 1:2:2	*	0.0526
	1:01:02	6	1.24117	0.00405848	X	1:1:2 - 1:2:2	*	-0.297733



#### Anexo 24. Pruebas de Duncan para Grado Alcohólico

Factor	Nivel	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos	Contraste	Sig.	Diferencia
°Brix iniciales	20	6	49	0.225668	X	20 - 25	*	-3.5
	25	6	52.5	0.225668	X	20 - 30	*	-6.16667
	30	6	55.6667	0.225668	X	25 - 30	*	-2.66667
	1:2:2	6	51.3333	0.225668	X	1:1:1 - 1:1:2	*	-1.83333
Dilución	1:1:1	6	52.6667	0.225668	X	1:1:1 - 1:2:2	*	-1.33333
	1:1:2	6	53.1667	0.225668	X	1:1:2 - 1:2:2		0

#### Anexo 25. Pruebas de Duncan para Rendimientos

Factor	Nivel	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos	Contraste	Sig.	Diferencia
°Brix iniciales	20	6	72.6383	0.693418	X	20 - 25	*	-6.96
	25	6	79.5983	0.693418	X	20 - 30	*	-10.9733
	30	6	83.6117	0.693418	X	25 - 30	*	-4.01333
	1:02:02	6	73.8317	0.693418	X	1:1:1 - 1:1:2	*	-4.15833
Dilución	1:01:01	6	77.99	0.693418	X	1:1:1 - 1:2:2	*	-10.195
	1:01:02	6	84.0267	0.693418	X	1:1:2 - 1:2:2	*	-6.03667

#### Anexo 26. Análisis de Varianza para Análisis sensoriales

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>Análisis de Varianza para Limpidez</b>					
A: Dilución	3.33333	1	3.33333	10.1	0.0018
B: °Brix	238.008	1	238.008	720.9	0
AB	0.6125	1	0.6125	1.86	0.1749
Error total	58.1069	176	0.330153		
Total (corr.)	300.061	179			
<b>Análisis de Varianza para Brillantez</b>					
A: Dilución	5.20833	1	5.20833	15.03	0.0001
B: °Brix	216.008	1	216.008	623.46	0
AB	2.45	1	2.45	7.07	0.0086
Error total	60.9778	176	0.346465		
Total (corr.)	284.644	179			

**Continuación de cuadro**

**Análisis de Varianza para Fluidez**

A: Dilución	3.675	1	3.675	11.09	0.0011
B: °Brix	235.2	1	235.2	709.8	0
AB	0.05	1	0.05	0.15	0.6982
Error total	58.3194	176	0.33136		
Total (corr.)	297.244	179			

**Análisis de Varianza para Intensidad**

A: Dilución	0.208333	1	0.208333	0.61	0.4343
B: °Brix	288.3	1	288.3	849.83	0
AB	0.1125	1	0.1125	0.33	0.5654
Error total	59.7069	176	0.339244		
Total (corr.)	348.328	179			

**Análisis de Varianza para Armonía**

A: Dilución	0.408333	1	0.408333	1.48	0.2247
B: °Brix	282.133	1	282.133	1025.76	0
AB	0	1	0	0	1
Error total	48.4083	176	0.275047		
Total (corr.)	330.95	179			

**Análisis de Varianza para Intensidad 2**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Dilución	4.03333	1	4.03333	12.7	0.0005
B: °Brix	258.133	1	258.133	812.51	0
AB	0.1125	1	0.1125	0.35	0.5526
Error total	55.9153	176	0.3177		
Total (corr.)	318.194	179			

**Análisis de Varianza para Equilibrio**

A:Dilución	0.833333	1	0.833333	3.24	0.0737
B:°Brix	276.033	1	276.033	1071.95	0
AB	0.0125	1	0.0125	0.05	0.8259
Error total	45.3208	176	0.257505		
Total (corr.)	322.2	179			

**Análisis de Varianza para Apreciación global**

A: Dilución	0.533333	1	0.533333	2.07	0.1517
B: °Brix	267.008	1	267.008	1038.08	0
AB	0.05	1	0.05	0.19	0.6598
Error total	45.2694	176	0.257213		
Total (corr.)	312.861	179			

**Anexo 27. Tabla XVI de conversión (Continuación)**

Sacarosa % (° Brix)	Índice de refracción a 20 °C	Masa volúmica a 20 °C	Azúcar en g/l	Azúcar en g/Kg	Alcohol % vol. 20 °C
17.0	1,35890	1,0685	158.1	148.0	9.39
17.1	1,35907	1,0690	159.3	149.0	9.46
17.2	1,35923	1,0694	160.4	150.0	9.53
17.3	1,35939	1,0699	161.5	151.0	9.59
17.4	1,35955	1,0703	162.6	151.9	9.66
17.5	1,35972	1,0707	163.7	152.9	9.73
17.6	1,35988	1,0711	164.8	153.9	9.79
17.7	1,36004	1,0716	165.9	154.8	9.86
17.8	1,36020	1,0720	167.0	155.8	9.92
17.9	1,36036	1,0724	168.1	156.8	9.99
18.0	1,36053	1,0729	169.3	157.8	10.06
18.1	1,36070	1,0733	170.4	158.8	10.12
18.2	1,36086	1,0738	171.5	159.7	10.19
18.3	1,36102	1,0742	172.6	160.7	10.25
18.4	1,36119	1,0746	173.7	161.6	10.32
18.5	1,36136	1,0751	174.9	162.6	10.39
18.6	1,36152	1,0755	176.0	163.6	10.46
18.7	1,36169	1,0760	177.2	164.6	10.53
18.8	1,36185	1,0764	178.3	165.6	10.59
18.9	1,36201	1,0768	179.4	166.6	10.66
19.0	1,36217	1,0773	180.5	167.6	10.72
19.1	1,36234	1,0777	181.7	168.6	10.80
19.2	1,36251	1,0782	182.8	169.5	10.86
19.3	1,36267	1,0786	183.9	170.5	10.93
19.4	1,36284	1,0791	185.1	171.5	11.00
19.5	1,36301	1,0795	186.3	172.5	11.07
19.6	1,36318	1,0800	187.4	173.5	11.13
19.7	1,36335	1,0804	188.6	174.5	11.21
19.8	1,36351	1,0809	189.7	175.5	11.27
19.9	1,36367	1,0813	190.8	176.5	11.34
20.0	1,36383	1,0817	191.9	177.4	11.40

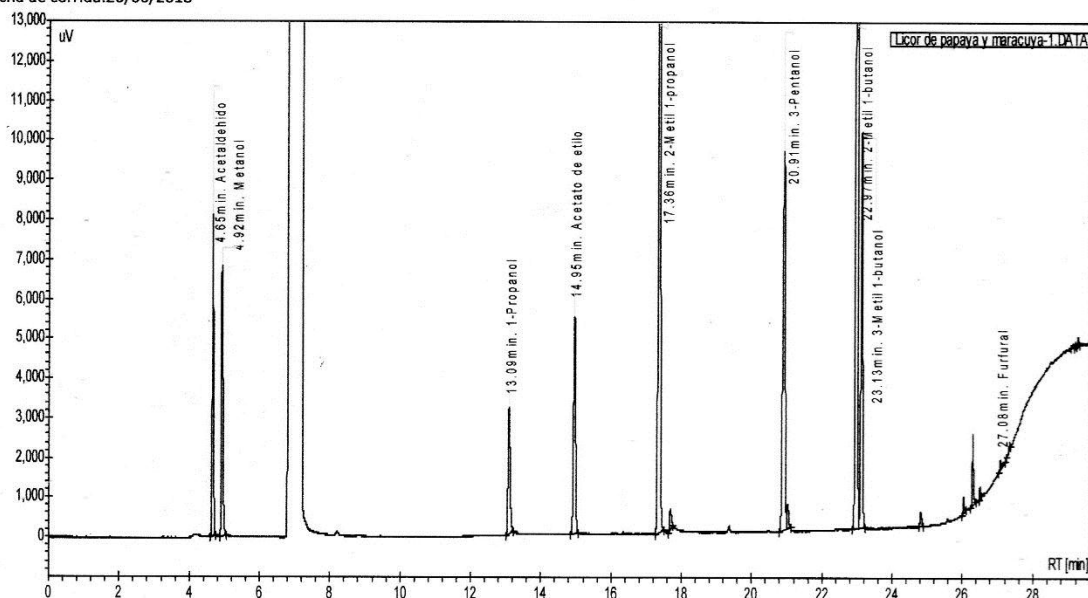
Fuente: García J. (1995)

## Anexo 28. Ficha de resultados de Cromatografía de Gases

Sucroalcolera del Chira  
Control de calidad

Determinación de congéneres volátiles en el Etanol por  
cromatografía de gases: Aldehídos, alcoholes superiores,  
acetato de etilo y metanol

Instrumento: 430-GC  
Automuestreador: CP-8410  
Usuario: Analista de Alcoholes  
Metodo: Etanol Impurezas K  
Secuencia: Analisis tq-1302-  
Cromatograma: Licor de papaya y  
maracuya-1  
Fecha de corrida: 26/06/2018



Licor de papaya y maracuya-1.DAT (FID)

Index	Name	Time [Min]	Quantity [mg/100ml]	Area [uV.Min]	Res. USP	% REC [%]	Control Sample [mg/100ml]
1	Acetaldehído	4.65	94.04	326.4	0.00	38.70	242.990
2	Metanol	4.92	77.27	354.1	3.65	31.62	244.360
0	2-Propanol	8.82	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
3	1-Propanol	13.09	19.01	220.9	85.68	7.24	262.660
4	Acetato de etilo	14.95	76.33	359.1	17.41	25.87	295.070
0	2-Butanol	15.49	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	2-Metil 1-propanol	17.36	100.39	1536.1	23.53	38.85	258.420
0	1-Butanol	19.36	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
7	3-Pentanol	20.91	0.00	763.0	30.62	0.00	3107.470
9	2-Metil 1-butanol	22.97	115.15	1873.1	22.82	43.83	262.720
10	3-Metil 1-butanol	23.13	32.67	562.0	1.71	12.49	261.620
15	Furfural	27.08	1.04	10.2	11.61	0.27	386.160
Total			515.90	6208.9			

Licor de papaya y maracuya-1.DAT (FID)

Index	Name	Quantity [mg/100ml]	Area [uV.Min]
1	Alcoholes Superiores	267.22	4192.2
Total		267.22	4192.2

*Maria P. Vega Izquierdo*  
CIP 61169

1/1

## Anexo 29. Resultados pruebas microbiológicas



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



#### INFORME DE ENSAYOS N° 074-2018

Pág. 1 / 1

SOLICITANTE : DAVID ZETA TINEO  
DOMICILIO LEGAL : PIURA  
PRODUCTO DECLARADO : **Licor de papaya y maracuya**  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Muestra líquida / Temperatura de refrigeración  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Tesis "Obtención y caracterización de licor a partir de la papaya (Carica papaya L.) y maracuyá (Passiflora edulis form. Flavicarpa)"  
CANTIDAD DE MUESTRA : 9 muestra x 600 ml  
FORMA DE PRESENTACIÓN : Botella de vidrio transparente con tapa rosca, sin etiquetado  
MUESTREO : Realizado por el Cliente  
FECHA DE RECEPCIÓN : 27-06-2018  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 27-06-2018  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 02-07-2018

ENSAYO	Mohos y levaduras (UFC/ml)
<b>MUESTRAS</b>	
Muestra Y111	0
Muestra Y121	0
Muestra Y131	0
Muestra Y211	0
Muestra Y221	0
Muestra Y231	0
Muestra Y311	0
Muestra Y321	0
Muestra Y331	0

**MÉTODO DE ENSAYO:**

**MOHOS Y LEVADURAS:** ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Pág. 165-167, 2da Ed. Reimpresión 2000

Piura, 02 de julio del 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA  
LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD  
ING. HUALTER LEYTON MASIAS M.Sc.  
CIP. 22850

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
labocontrolfip@unp.edu.pe  
atencioncliente.labocontrolfip@gmail.com

**Anexo 30. Oficio de Funciones realizadas en Laboratorio.**



**"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"**



Piura 19 DE NOVIEMBRE 2018

**OFICIO N° 019/LAB-AGRO-UNP-2018**

**SEÑOR:**

**DR. ALFREDO LAZARO LUDENA GUTIERREZ**

Jefe del Laboratorio de Agroindustria e Industrias Alimentarias

Piura. -

**ASUNTO:      ALCANZA FUNCIONES DE TESIS DEL LAB-AGRO**

Me dirijo a usted, para saludarle y a la vez alcanzar a su digno despacho las funciones del alumno tesista: **DAVID ZETA TINEO**, el mismo que ha realizado sus análisis sobre su tesis **"OBTENCION Y CARACTERIZACION DE LICOR DE LA PAPAYA (*Carica papaya L.*) Y MARACUYA (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*)"** en este laboratorio de ingeniería agroindustrial e industrias alimentarias.

Por lo tanto, se alcanza las funciones para los fines que estime conveniente.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,

-----  
**JESUS D. DAVILA FLORES**  
Técnico del laboratorio de agroindustrias e  
Industrias alimentarias

C.C.

- Interesado (01)
- Archivo



**DAVID ZETA TINEO**

FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
PIURA  
ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS  
FECHA DE ANALISIS: 25-04-18

**FUNCIONES:**

Determinación de acidez total  
Determinación de grados °Brix  
Determinación de pH.  
Análisis físico-químicos  
Análisis organolépticos

Piura, 19 de Noviembre de 2018

## **Anexo 31. Determinación de grados alcohólicos: Método del alcoholímetro**

### **Fundamento:**

El alcohol es el principal producto de la fermentación de mostos, y dentro de ellas el etanol es el alcohol es el mayoritario, por eso se vuelve importante determinar su concentración en los productos finales (García, 1990).

### **Materiales y equipos:**

- Equipo de destilación
- Cocina electrónica
- Malla de asbesto
- Alcoholómetro
- Balón volumétrico de 1 L
- Vaso de precipitación de 1 L
- Matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Probeta 250 ml
- Termómetro

### **Procedimiento:**

Se midió 800 ml de muestra para analizar en vaso de precipitación, se trasvasó al balón volumétrico. Se llevó a la cocina eléctrica y se colocó la malla de asbesto entre la hornilla y el balón. Se procedió a conectar el equipo de destilación y el matraz de 250 ml para recibir el destilado.

Se vertió el destilado en una probeta y se llevó a refrigeración hasta la temperatura de 20°C. Cuando se llegó a la temperatura deseada se colocó el alcoholómetro dentro de la probeta generando un movimiento rotacional para lograr una lectura correcta. Cuando se equilibró y estabilizó el equipo se tomó la lectura resultante.

**Fundamento:** Serna y López (2010)



## **Anexo 32. Determinación de congéneres volátiles en el etanol por cromatografía de gases.**

### **Fundamento:**

Los congéneres contenidos en una muestra de alcohol se determinan mediante inyección directa o adecuadamente diluida, en un sistema de cromatografía de gases (GC). Un patrón interno se añade a la muestra antes de la inyección. Los congéneres están separados por programación de la temperatura en una columna adecuada y se detectan usando un detector de ionización de llama (FID)

La concentración de cada congénere se determina con respecto a la norma interna de los factores de respuesta, que se obtienen durante la calibración en las mismas condiciones cromatográficas como las del análisis de la muestra.

### **Materiales y equipo:**

- Cromatógrafo de gases Varian 430 – GC
- Densímetro Anton Paar DMA 4500-M
- Balanza analítica Sartorius Practum
- Vial de 2 ml
- Fiola de 10 ml
- Micro pipeta de 1 ml y 10 ml
- Punteras descartables 1ml y 10 ml
- Balón volumétrico de 10 y 100 ml

### **Reactivos:**

- Etanol absoluto, metanol, acetaldehído, 2-propanol, 1-propanol, acetato de etilo, 2-butanol, 2-metil 1-propanol, 1-butanol, 3 pentanol, 2-metil 1-butanol, 3-metil 1-butanol y furfural.

### **Procedimiento:**

Pesar fiola de 10 ml en balanza analítica y anotar peso. Medir 9 ml de muestra con micro pipeta y agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar peso. Medir 1 ml de solución estándar E con micro pipeta, agregar a la fiola, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente. Colocar la muestra en un vial de 2 ml en el equipo de GC junto con un vial de etanol absoluto.

Verificar las presiones de los cilindros de gas helio (80 psi), aire (60 psi), hidrógeno (40 psi) y nitrógeno (80 psi) (presión mínima de trabajo 300 psi).

La corrida termina luego de 29 minutos, en el programa Galaxie se insertan los pesos de la fiola, el grado alcohólico en % V/V y densidad del mismo encontrados en densímetro. Se ajustan las unidades de medición y se calculan los resultados.

### **Preparación de las soluciones de almacenamiento:**

#### **Solución “A”**

Pesar el balón volumétrico de 100 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Agregar 40 ml (aprox.) de etanol absoluto en el balón volumétrico, tapar, pesar en balanza analítica y anotar peso. Medir 3 ml de metanol, 2-metil 1-propanol, 2-metil 1-butanol, 3-metil 1-butanol, acetato de etilo, 1-butanol, 2-butanol y furfural. Agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Aforar con etanol absoluto, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente, transvasar a frasco ámbar de 250 ml. Conservar a 5°C.

#### **Solución “B”**

Pesar el balón volumétrico de 100 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Agregar 40 ml (aprox.) de etanol absoluto en el balón volumétrico, tapar, pesar en balanza analítica y anotar peso. Medir 3 ml de 3-Petanol (estándar interno), agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Aforar con etanol absoluto, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente, transvasar a frasco ámbar de 250 ml. Conservar a 5°C.

#### **Solución “D”**

Pesar el balón volumétrico de 100 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Agregar 40 ml (aprox.) de etanol absoluto en el balón volumétrico, tapar, pesar en balanza analítica y anotar peso. Medir 1 ml de la solución “A”, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Aforar con etanol absoluto, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente, transvasar a frasco ámbar de 250 ml. Conservar a 5°C.

### **Solución “E”**

Pesar el balón volumétrico de 100 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Agregar 40 ml (aprox.) de etanol absoluto en el balón volumétrico, tapar, pesar en balanza analítica y anotar peso. Medir 10 ml de la solución “B”, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Aforar con etanol absoluto, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente, transvasar a frasco ámbar de 250 ml. Conservar a 5°C.

### **Preparación de patrones**

#### **Solución “C”**

Pesar el balón volumétrico de 100 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Agregar 40 ml (aprox.) de etanol absoluto en el balón volumétrico, tapar, pesar en balanza analítica y anotar peso. Medir 1 ml de solución “A” con micropipeta, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Medir 1 ml de solución estándar “B” con micropipeta, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Aforar con alcohol absoluto, tapar, pesar y anotar peso. Homogenizar lentamente y rotular.

#### **Solución “QC” (Muestra control)**

Pesar el balón volumétrico de 10 ml con tapa en balanza analítica y anotar peso. Medir 9 ml de solución “D” con micropipeta, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Medir 1 ml de solución estándar “E” con micropipeta, agregar al balón volumétrico, tapar, pesar y anotar el peso. Homogenizar lentamente y rotular.

Estos patrones se preparan cada vez que se realice una corrida de muestras.

### **Referencia:**

EC/2870/2000 – Método III usado en Laboratorio de Química de Caña Brava

### Anexo 33. Fotografías del proceso



Papaya criolla (*Carica papaya L*) (izquierda) y Maracuyá amarillo (*Passiflora edulis form. Flavicarpa*) (derecha)



Pesado de materias primas (izquierda) y lavado con agua clorada (derecha)



Cortado de materias primas (Izquierda) y Trituración de pulpas (derecha)



Dilución de pulpas (izquierda) y análisis físicos químicos de pH(derecha)



Medición de acidez (izquierda) y °Brix (derecha)



Sulfitado de mosto (izquierda) y levaduras listas para activarse (derecha)

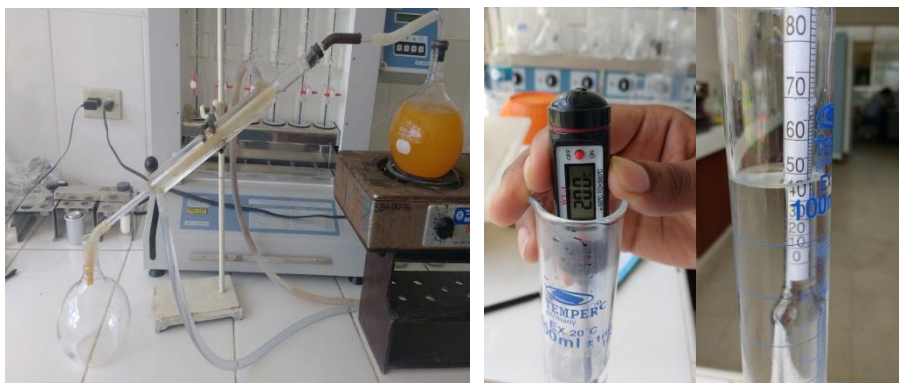


Mostos en etapa de fermentación (izquierda) y prococeso de filtrado (derecha)



Desechos de los trasiegos en muestras en primer (izquierda) y segundo (derecha) trasiego.





Determinación de grados volumetrico de alcohol. Destilación (izquierda), temperatura a 20° y medición con alcohometro (derecha).



Análisis cromatograficos. Extracción de muestra de 9  $\mu$ L (izquierda), vial de 2 ml en equipo (centro) y análisis de los datos en programa Galaxie (derecha).



Pruebas sensoriales